

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Comportamiento del concreto con adición de fibras de  
agave americana L para la mejora de sus propiedades en  
estado fresco, San Carlos - Huancayo 2017**

Gavi Jackeline Mallaupoma Franco

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **ASESOR**

Ing. Julio Nakandakare Santana

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Continental, por haberme facilitado sus instalaciones para poder desarrollar la investigación.

Al Ingeniero Julio Nakandakare Santana, por la disposición para asesorar y supervisar la tesis.

Al Ingeniero Jorge Nishihara Alcoser, por el apoyo en la experimentación y redacción de la tesis.

A mi familia y pareja, que me apoyan diariamente de diferentes maneras y me motivan a continuar.

A mis amigos, que me apoyaron en la experimentación, redacción, traducción, además de incentivar para culminar la tesis y mejorar profesionalmente.

## **DEDICATORIA**

A mi mamá Gabina y papá Cristian, por su apoyo y esfuerzo en estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

# ÍNDICE

PORTADA.....	I
ASESOR.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE .....	V
LISTA DE TABLAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT .....	X
INTRODUCCIÓN .....	XI
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
1.1.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	15
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO .....	15
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	16
1.4.1. HIPÓTESIS .....	16
1.4.2. VARIABLES .....	17
1.4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	17
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. ANTECEDENTES .....	20
2.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	20
2.1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN. ....	21
2.2. BASE TEÓRICA .....	26
2.2.1. Concreto:.....	26
2.2.2. Tipos de Concreto: .....	26
2.2.3. Componentes del concreto: .....	28
2.2.4. Fibras .....	36
2.2.5. Propiedades del concreto: .....	38
2.2.6. Fibras de Agave Americana L.....	40
CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....	48
3.1. MÉTODOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
3.1.1. SEGUN SU APLICACIÓN .....	48
3.1.2. SEGÚN SU FIN .....	48
3.1.3. SEGÚN SU TÉCNICA DE CONTRASTACIÓN:.....	48
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	48
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	49
3.3.1. POBLACION.....	49
3.3.2. MUESTRA.....	49

3.4.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	50
3.5.	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	50
3.5.1.	SELECCIÓN DE MATERIALES .....	50
3.5.2.	FIBRA DE AGAVE AMERICANA L.: .....	51
3.5.3.	ENSAYO DE CONCRETO FRESCO .....	54
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		64
4.1.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	64
4.1.1.	ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO.....	64
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
CONCLUSIONES .....		74
RECOMENDACIONES .....		75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		76
ANEXOS .....		79

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Clases de mezclas según su asentamiento.....	38
Tabla 2: Componentes químicos de la fibra de Agave Americana L .....	44
Tabla 3: Características mecánicas de la fibra de Agave americana L .....	45
Tabla 4: Características del concreto premezclado requerido .....	51
Tabla 5: Tolerancia en Slump .....	57
Tabla 6: Asentamiento del concreto premezclado con y sin fibra .....	58
Tabla 7: Contenido total de aire recomendado (%) para concreto con aire incorporado .....	59
Tabla 8: Contenido de aire del concreto premezclado con y sin fibra .....	59
Tabla 9: Rangos de temperatura .....	60
Tabla 10: Temperatura del concreto premezclado con y sin fibra .....	61
Tabla 11: Peso unitario del concreto premezclado con y sin fibra .....	62
Tabla 12: Exudación del concreto premezclado con y sin fibra .....	63
Tabla 13: Resultados de Asentamiento del concreto premezclado $f_c=280\text{kg/cm}^2$ .....	65
Tabla 14: Resultados del contenido de aire del concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$ .....	66
Tabla 15: Resultados de Peso Unitario del concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$ .....	68
Tabla 16: Resultados de Exudación del concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$ .....	70
Tabla 17: Resumen de resultados obtenidos y variación .....	71



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Producto Bruto Interno por Actividad Económica, 2017 – III .....	13
Figura 2: Consumo de cemento .....	13
Figura 3: Mapa 1 de distribución del Agave Americana en el Perú .....	46
Figura 4: Dosificaciones para la investigación .....	49
Figura 5: Lavado de la fibra para procesamiento .....	52
Figura 6: Peso y saturación de la fibra de Agave Americana L.....	52
Figura 7: Peso de la muestra de la fibra de Agave Americana L Saturada Superficialmente Seca ...	53
Figura 8: Muestra seca en el horno de la fibra de Agave Americana L .....	54
Figura 9: Ensayo de peso específico de la fibra de Agave Americana L .....	54
Figura 10: Muestreo del concreto premezclado con y sin fibra. ....	55
Figura 11: Ensayo de asentamiento del concreto premezclado con y sin fibra. ....	57
Figura 12: Ensayo de contenido de aire del concreto premezclado con y sin fibra. ....	59
Figura 13: Temperatura del concreto premezclado sin y con fibras.....	60
Figura 14: Ensayo de peso unitario de concreto premezclado con y sin fibras. ....	62
Figura 15: Ensayo de exudación de concreto premezclado con y sin fibra.....	63
Figura 16: Slump vs Adición de Fibra .....	65
Figura 17: Variación del Asentamiento del concreto premezclado f c=280kg/cm <sup>2</sup> .....	66
Figura 18: Contenido de aire vs Adición de fibra .....	67
Figura 19: Variación del contenido de aire en el concreto premezclado f c=280kg/cm <sup>2</sup> .....	67
Figura 20: Peso Unitario vs Adición de Fibra .....	68
Figura 21: Variación del peso unitario del concreto premezclado f c=280kg/cm <sup>2</sup> .....	69
Figura 22: Exudación vs Adición de Fibra .....	70
Figura 23: Variación del exudación del concreto premezclado f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	70
Figura 24: %Variación Asentamiento vs Contenido de aire .....	72
Figura 25: % Variación Asentamiento vs Exudación .....	73

## RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de las propiedades en estado fresco (asentamiento, peso unitario, temperatura, contenido de aire, exudación) del concreto premezclado de  $f_c=280\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de Agave Americana L en tres diferentes dosis (0.50%, 0.75% y 1.00%), en San Carlos – Huancayo, departamento de Junín.

Para poder desarrollar la investigación se realizaron ensayos comparativos entre el concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  padrón (dosificación sin fibra de Agave Americana L) y el concreto con adición de fibra de Agave Americana L (0.50%, 0.75% y 1.00%).

Se encontró que el concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 0.50% fibra de Agave Americana L (CP280+0.50%), en el asentamiento se redujo en 22.22%, en el peso unitario se reduce en 0.12%, contenido de aire se incrementa 13.64%; el concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 0.75% fibra de Agave Americana L (CP280+0.75%), en el asentamiento se redujo en 44.44%, en el peso unitario se reduce en 0.16%, contenido de aire se incrementa en 36.36%; y que el concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 1.00% fibra de Agave Americana L (CP280+1.00%), en el asentamiento se redujo en 66.67%, en el peso unitario se reduce en 0.29%, contenido de aire se incrementa en 45.45%.

También se observó que con la adición de fibras de Agave Americana L al concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto no exuda; por lo que se recomienda para evitar la deshidratación del concreto, iniciar el proceso de curado inmediatamente después de haber iniciado el fraguado.

## ABSTRACT

The current investigation had as objective the study of the properties behaviour in fresh state (slump, unit weight, temperature, air content, bleeding) of the ready-mixed concrete from  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  adding American L Agave fiber in three different quantities (0.50%, 0.75% and 1.00%), in San Carlos – Huancayo, Junín department.

In order to fulfill this research, there were made comparisons between ready-mixed concrete  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  census (without American L Agave fiber) and American L Agave added concrete (0.50%, 0.75% and 1.00%)

The results showed that the ready-mixed concrete  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  with 0.50% American L Agave fiber added (CP280+0.50%), slump was reduced by 22.22%, the unit weight was reduced by 0.12%, a 13.64% increase in air content was appreciated. Meanwhile ready-mixed concrete  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  with 0.75% American L Agave added (CP280+0.75%) slump was reduced by 44.44% and unit weight by 0.16%, but had an increase in air content by 36.36%. Also 1.00% American L Agave fiber added ready-mixed concrete  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (CP280+1.00%) revealed a slump decrease by 66.67%, a unit weight decrease by 0.29% and an air content increase by 45.45%.

In addition it was observed that American L Agave fiber added ready-mixed concrete  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  does not bleed, so that in order to prevent dehydration of concrete, it is recommended to start the curing process immediately after forging process starts

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al estudio de propiedades del concreto premezclado en estado fresco, con adición de fibras de Agave Americana L (Maguey) en tres diferentes proporciones.

Si bien existen antecedentes de investigaciones de diferentes tipos de fibras adicionados al concreto, de las propiedades en estado endurecido, pero no es común encontrar en las propiedades en estado fresco, siendo este un motivo considerable que me impulsó a plantear esta investigación.

La investigación fue desarrollada en instalaciones del Campus de la Universidad Continental Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín en octubre del 2017, se investigó las propiedades en estado fresco del concreto premezclada resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra natural de Agave Americana L en tres proporciones (0.50%, 0.75% y 1.00%).

Para desarrollar la investigación se estructuró según adecuación del esquema solicitado:

En el Capítulo I: realizamos el Planteamiento del estudio, con el análisis de la problemática, generando objetivos e hipótesis.

En el Capítulo II: “Marco Teórico” se considera la teoría relacionada a la investigación.

En el Capítulo III: “Metodología” se describe el esquema con el que se realizará la investigación, considerando normativa, experimentación y obtención de resultados.

En el Capítulo IV: “Resultado y Discusiones” se analiza los resultados obtenidos en cada propiedad en estado fresco del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de Agave Americana L, en relación a nuestro concreto patrón.

“Conclusiones, Sugerencias y Anexos”

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

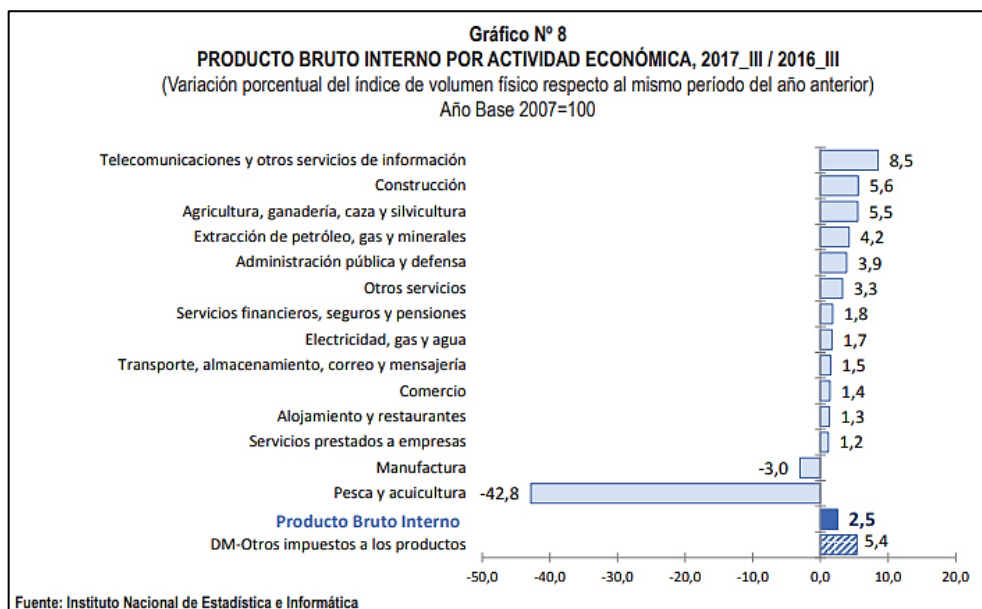
Hoy en día con la gran demanda de materiales para construcción se ha desarrollado la posibilidad de obtener nuevas alternativas, pero sin afectar lo ambiental; buscando el desarrollo social y económico.

Según Valdivia en su libro de: “Gestión ambiental en el sector de construcción”, para poder obtener nuevas alternativas debemos de considerar ciertos criterios, entre los cuales destacan:

- Uso racional de la energía y minimización de sustancias tóxicas en la producción de materiales.
- Aprovechamiento de los recursos locales, para reducir el costo del transporte.
- Uso de materiales renovables.

En el Perú, el sector de construcción creció en 5.6% en el tercer trimestre del 2017.

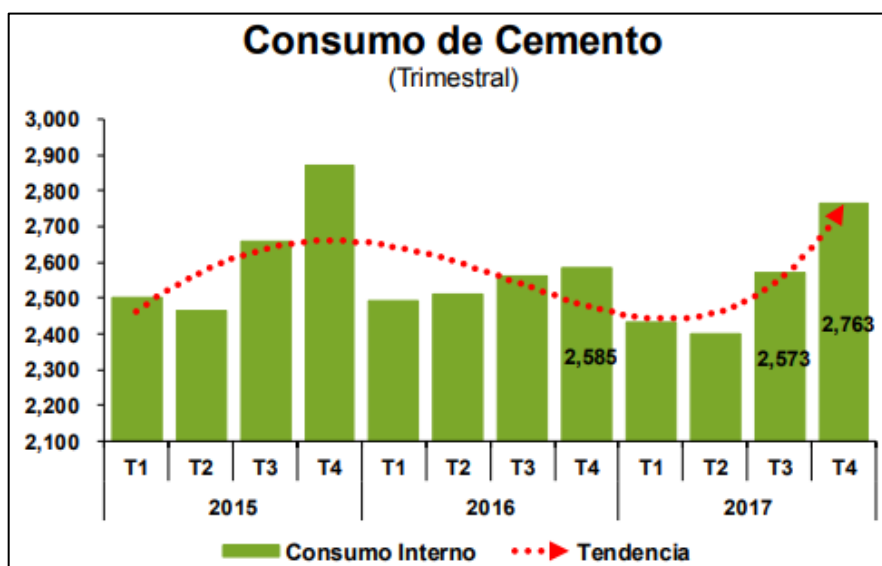
**Figura 1: Producto Bruto Interno por Actividad Económica, 2017 – III**



Fuente: INEI – Informe técnico N°04 PBI 2017

Esto se debió al crecimiento del consumo de cemento, el cual fue de 7.4% (Indicadores 2017, ASOCEM).

**Figura 2: Consumo de cemento**



Fuente: ASOCEM – Indicadores 2017

Siendo el concreto el material de construcción más empleado en el mundo (Raman et al. 2007), desde hace años es causal de que los estudios realizados cada vez sean más

avanzados, presentándose cada oportunidad, mejores diseños de mezcla para aumentar las propiedades que presenta, adiciones de diferentes tipos de fibras, etc. Sin embargo, sin importar lo bueno que sea el diseño de mezcla y las características mecánicas resultantes de este, cuando el concreto se encuentra en estado fresco no se realiza el control adecuado.

Siendo un claro ejemplo la presentación de resultados de ensayos de concreto emitidos por los laboratorios.

Al no controlar de manera adecuada del concreto sus propiedades en edades tempranas, en losas, paños o estructuras de concreto, requerirán mayor costo para preservar el desempeño para las que fueron diseñados inicialmente, o al continuar con la informalidad que existe en el país en el rubro de construcción, sobre todo para la producción de concreto sin control.

Se busca generar alternativas pero sin afectar lo ambiental, por eso se investiga el comportamiento de fibras naturales en el concreto, teniendo disponibilidad de recursos naturales en el Valle del Mantaro y en algunos casos siendo desechos de industrias de bebidas, alimentos o medicinas, se busca aprovechar las fibras de Agave Americana L. para la elaboración de concreto; en la presente investigación se analizará las propiedades del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco con la adición de fibras de Agave Americana L en tres proporciones (0.50%, 0.75% y 1.00%).

### **1.1.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1.1. ESPACIAL**

La investigación se realizó en el campus de la Universidad Continental, San Carlos, distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, región Junín.

#### **1.1.1.2. TEMPORAL**

La investigación se realizó durante los meses de setiembre a diciembre del 2017. Los agentes externos que influyen en las propiedades del concreto (Temperatura, viento, humedad), varían según mes del año en Huancayo.

### **1.1.1.3. CONCEPTUAL**

La investigación está dirigida al ámbito académico, centrada en el área de investigación de nuevos componentes al concreto.

La investigación fue ejecutada con la obtención de un concreto premezclado patrón con relación agua - cemento de 0.56, para la obtención de las propiedades en estado fresco de la mezcla de concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , a la cual se le incorporó por separado tres dosis de fibra de Agave Americana L, obteniendo cuatro concretos diferentes en los que se evaluaron la influencia de la fibra de Agave Americana L, en las propiedades en estado fresco.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida las propiedades del concreto premezclado  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco son influenciadas por la adición de fibras de Agave Americana L, en San Carlos - Huancayo 2017?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

- ¿Cuál será el peso unitario del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  influenciado por la adición de fibras de Agave Americana L?
- ¿Cuál será la consistencia del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  influenciada por la adición de fibras de Agave Americana L?
- ¿Cuál será la exudación del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  influenciada por la adición de fibras de Agave Americana L?



### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Identificar la relación entre la adición de fibras de Agave Americana L y las propiedades del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco, en San Carlos - Huancayo 2017.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Calcular la relación entre la adición de fibras de Agave Americana L y el peso unitario del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .
- Calcular la relación entre la adición de fibras de Agave Americana L y la consistencia del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .
- Calcular la relación entre la adición de fibras de Agave Americana L y la exudación del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

### **1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES**

#### **1.4.1. HIPÓTESIS**

##### **1.4.1.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Con la adición de fibras de Agave Americana L se mejorarán las propiedades del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco, en San Carlos - Huancayo 2017.

##### **1.4.1.2. HIPÓTESIS NULA**

Con la adición de fibras de Agave Americana L no se mejorarán las propiedades del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco, en San Carlos - Huancayo 2017.

## 1.4.2. VARIABLES

### 1.4.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Adición de Fibras de Agave Americana L en el concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

### 1.4.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades en estado fresco del concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

## 1.4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 1.4.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable	Unidad
Fibras de Agave Americana L	% del volumen total del concreto premezclado

### 1.4.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Variable	Unidad
Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>
Consistencia	Pulgadas
Exudación	% de agua

## 1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los movimientos globales en el mercado de construcción de equipos nuevos y usados son un fuerte indicador de cómo se están desarrollando las diversas economías mundiales. En regiones estables o en expansión resulta inevitable que los grandes proyectos de construcción e infraestructura se desarrollarán junto con una expansión en la extracción de materias primas y el sector de logística, pero en las épocas en las que la economía se ralentiza se produce una desaceleración en estos sectores. (Saez, 2016)

La tecnología que incluye el uso de fibras en el concreto se viene desarrollando a partir de 1960, aproximadamente, con el fin de mejorar las propiedades del

mismo. En ese sentido, se han trabajado diversos tipos de fibra, dentro de las cuales resaltan las de acero. No obstante, una nueva tecnología no usa materiales sintéticos sino naturales, extraídos de plantas. La ventaja de esta iniciativa es que aprovecha recursos renovables, menos costosos y que requieren menor energía. Además, las investigaciones adelantadas han arrojado resultados positivos que indican el mejoramiento de las propiedades del cemento.

He trabajado en algunas investigaciones simples sobre la relación entre productos naturales y de concreto. La ventaja es la disminución de sustancias contaminantes necesarias para la fabricación, que requieren altos consumos energéticos. La posibilidad de utilizar materiales naturales mejora las propiedades del concreto a menores costos y con menores impactos ambientales, agrega.

Asimismo, al adicionar una fibra natural, se potencia el desempeño del concreto ante una carga o una fisura, pues se genera una resistencia residual para que la estructura no colapse de inmediato. Por lo tanto, estos materiales la hacen más elástica y de mayor soporte a la fractura.

En Colombia, esta técnica no es tan usada como en otros países, sin embargo, cada vez se hace más frecuente su manejo. De todas formas, los fibroreforzados no reemplazan el refuerzo común del cemento. Estos se usan como un elemento adicional en paneles, vías, andenes o en elementos que no estén sometidos a grandes esfuerzos de tracción o compresión, pero que sí están sometidos al desgaste o al impacto. El docente insiste en que las fibras vegetales todavía están en un campo de investigación muy fuerte, porque no se han desarrollado los niveles de mejoramiento de propiedades similares a las sintéticas o a las de acero. (Ochoa, 2014)

El concreto es indudablemente uno de los materiales de construcción más ampliamente usado en el mundo, con una amplia expectativa hacia el futuro, de tal manera que investigaciones sustanciales y actividades de desarrollo han sido tomadas en el área de la ingeniería y tecnología del concreto para investigar e innovar sobre las propiedades del material, el comportamiento estructural y sus aplicaciones, así como sobre las prácticas de construcción con el concreto; esto ha resultado en nuevas generaciones de concretos siendo constantemente improvisado y desarrollado en el sentido de encontrar el continuo incremento de la demanda para una manejabilidad, propiedades mecánicas y de durabilidad superiores, y que han

sido utilizadas exitosamente en numerosas aplicaciones de la ingeniería estructural y de la construcción de obras civiles. (Raman, 2007).

En los últimos años, la utilización de hormigones reformados con fibras (HRF) ha ido creciendo en la construcción de pavimentos rígidos, pisos industriales, contención de túneles, etc. La incorporación de fibras al hormigón mejora las propiedades mecánicas del mismo, aumentando su ductilidad, lo cual mejora la calidad de la obra aumentando su vida útil controlando la fisuración. (Hope, 2003).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

Blanco (2008), explica que la aparición del concreto armado o reforzado se dio en la segunda mitad del siglo XIX, desde entonces, numerosas han sido las investigaciones con el objetivo de mejorar su comportamiento, resistencia y durabilidad. A su vez, ya hace 4000 años se empleaban fibras como adición a un material para mejorar sus propiedades. Pero éstas fueron tan rústicas y de poca resistencia comprobada, que fueron sustituidas por las fibras sintéticas, cuya creación se atribuye a Chardonet, quien a finales del siglo XIX inventó la seda artificial. A partir de 1935, con la invención del nylon, el interés por el desarrollo de la fibra sintética creció exponencialmente, pues se observó tanto su alta resistencia como los bajos costos para su producción e incorporación en mezclas.

Juárez, Rodríguez y Rivera (2003), refieren que las fibras se pueden usar con éxito para fabricar materiales de construcción; los productos elaborados con cemento portland y fibras naturales no procesadas, tal como el sisal, madera, coco, yute, caña de azúcar, bambú, etc., han sido probados para determinar su propiedades de ingeniería y su posible uso en la construcción en al menos 40 países diferentes, y aunque los resultados fueron alentadores, se encontraron algunas deficiencias respecto a su durabilidad. Por tal razón pretendieron encontrar tratamientos adecuados en la fibra del Agave Lechuguilla, los cuales les permitiesen aumentar la durabilidad del compuesto, reduciendo el deterioro que sufre la misma en el medio alcalino propio de las mezclas del concreto. Aseveran

también, que el concreto o los morteros sin ningún refuerzo tienen generalmente una alta resistencia a la compresión, sin embargo, cuando se requiere propiedades específicas como resistencia a la tensión, a la flexión o al agrietamiento, es necesario reforzarlo.

Se ha demostrado que las fibras derivadas de Agave Americana son más extensibles que otras fibras naturales y también presentan alta resistencia a la tracción y son de baja densidad y tienen un alto contenido de humedad. (Msahli 2000, en El Oudiani et al., 2009)

## **2.1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

A lo largo del desarrollo del ser humano el uso de las fibras estuvo presente, en el rubro de construcción. Por ejemplo, la paja se usaba como refuerzo en los adobes de arcilla para reducir el agrietamiento y controlar la tensión por el secado.

Pero con la gran demanda de materiales de construcción, estos estudios continúan y continuarán ya que lleva una relación directa con el desarrollo social y económico.

### **2.1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

- César A. Juárez Alvarado, Patricia Rodríguez López, Raymundo Rivera Villareal, Ma. De los Ángeles Rechy de Von Roth (2003), en su investigación realizada en la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México; titulada “Uso de las fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en el concreto”, en la investigación determinaron que la fibra de lechuguilla permite un comportamiento dúctil después del agrietamiento de la matriz del concreto.
- Sandra Liliana Quintero García, Luis Octavio González Salcedo (2006), Ingeniería & Desarrollo, en su investigación realizada en la Universidad del norte, Colombia; titulada “Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto”, en la investigación determinaron que las más bajas deformaciones se obtuvieron en mezclas con longitud de fibra 5cm, siendo inferior

para un volumen de adición de 1.5 %. La resistencia a la compresión más elevada se obtuvo con los compuestos reforzados con volumen de fibra 1.5 %, siendo superior para la longitud 2cm. La única mezcla que presentó resistencia a la tracción indirecta mayor que el concreto fue la que contenía fibra de 5cm, en un volumen de 0.5 %. La adición de fibra afectó positivamente la resistencia a la flexión; el mayor valor de resistencia a la flexión lo presentó el concreto de V 0.5 % y L5 cm.

- Jairo Alexander Osorio Saraz, Fredy Varón Aristizabal, Jhonny Alexander Herrera (2007), en la investigación realizada en la Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia; titulada “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar”, en la investigación determinaron que la fibra de bagazo de caña utilizada en la elaboración del concreto reforzado a la compresión, le imparte propiedades mecánicas importantes al compuesto, principalmente las probetas con adiciones de fibra entre 0.5 y 2.5 % en relación al peso total del agregado grueso, y cuyas fibras con longitudes entre 15 y 25 mm son retenidas en el tamiz N°6, las cuales alcanzan resistencia a compresión a los 14 días de fraguado entre 8.6 y 16.88 MPa, estando por encima de probetas sin adición de fibras.
- Sandra Pinzón Galvis (2013), en su investigación realizada en la Universidad Piloto de Colombia – Seccional Alto Magdalena, Colombia; titulada “Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique”, en la investigación determinó mediante las pruebas realizadas en la investigación que un porcentaje óptimo para la adición de fibra de fique al concreto es de un valor cercano a 3.3 kg / m<sup>3</sup> de concreto o 0.3 % de peso con respecto al agregado fino.
- Daniela Yajaira Briseño Sánchez (2016), en su investigación realizada en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador; titulada “Análisis del comportamiento a flexión de vigas reforzadas con fibra de cabuya”, en la investigación determinó que el asentamiento del concreto con fibra dispersa de 6 cm no presento

un variación significativa, disminuyó de 7 a 6 centímetros, debido a que la fibra tratada absorbió cierta cantidad de agua de la mezcla dejándola con menor fluidez, esta disminución no afectó la trabajabilidad manteniéndola como media.

#### **2.1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

- Pedro Antonio García Aymar (2007), en su investigación de tesis de pregrado de la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú; titulada “Verificación de la Dosificación de Fibras Sintéticas para Neutralizar las Fisuras Causadas por Contracción Plástica en el Concreto”, en esta investigación se verificó el uso del aditivo tipo D con la fibra sintética; estos materiales ayudan a contrarrestar las fisuraciones por contracción plástica por secado, notablemente y de manera eficaz en comparación con un concreto convencional.
- Nelva Elizabeth Villanueva Monteza (2016), en su investigación de tesis de pregrado de la Universidad Privada del Norte, Lima, Perú; titulada “Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto”, en esta investigación se concluyó que las probetas de concreto con adición de fibra de coco no presentan un aumento de resistencia a la compresión considerable, en cambio los especímenes de concreto simple con adición de fibra de coco ensayadas a flexión presentan resistencias mayores que los especímenes sin adición de fibra de coco en un 30%.
- Kattia Ybeth Huánuco Albornoz (2017), en su investigación de tesis de pregrado de la Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú; titulada “Evaluación de la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto de 210° reforzado con fibra de lechuguilla”, en esta investigación se concluyó que el asentamiento se controló con el cono de Abrams para la verificación del slump propuesto 3” a 4” y verificando que cumpla para la relación de agua / cemento, experimentó incrementos de 6 % con dosis de fibra de lechuguilla de 0.369 kg que el asentamiento del concreto de 210°, estuvo entre 3” a 4”.



- Carlos Max Ivala Espinoza (2018), en su investigación de tesis de pregrado de la Universidad Continental, Huancayo, Junín, Perú; titulada “Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  y  $f'c = 245 \text{ kg / cm}^2$  en la ciudad de Huancayo 2017”, en la investigación se determinó que la adición de fibra de polipropileno de 20 mm en los concretos de  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  y  $f'c = 245 \text{ kg / cm}^2$  para su estado fresco determinó que: la trabajabilidad presenta una relación inversa a la dosis de fibra adicionada, es decir a mayor cantidad de fibra añadida al concreto pierde trabajabilidad, el CRF210-0.4 (20), CRF210-0.7 (20) y CRF210-1.2 (20) disminuyen su trabajabilidad con respecto al CSF210 en 37.50 %, 46.75 % y 68.75 % respectivamente, para los CRF245-0.4 (20), CRF245-0.7 (20) y CRF245-1.2(20) disminuyen su trabajabilidad con respecto al CSF245 en 22.92 %, 43.75 % y 50.00 % respectivamente.
- Florez Leon, Franklin y Limpe Zevallos, Yésica (2018), en su investigación de tesis de pregrado de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Cusco, Perú; titulada “Influencia de la fibra de maguey (*furcraea andina*) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, Cusco – 2018” en la investigación se determinó La fibra de maguey mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe, la adición de fibra de maguey en 0.20% (muestra Tipo 5) aporta 11.79 % de resistencia a compresión axial en pilas y de 37.38 % de resistencia a compresión diagonal en muretes en comparación a la resistencia de la muestra de base (muestra Tipo 2) con solamente 0.20 % de paja. Se obtuvo un valor máximo de resistencia a compresión axial promedio en pilas de  $9.07 \text{ kg / cm}^2$  (del Tipo 5) y un mínimo de  $8.11 \text{ kg / cm}^2$  (del Tipo 2); la dispersión máxima corresponde a la muestra Tipo 4 con 6.56% y desviación estándar de 0.59, y la mínima al Tipo 3 con 2.92% y desviación estándar de 0.25 lo que indica que el ensayo fue preciso. En relación a la resistencia a compresión diagonal promedio en muretes se obtuvo un valor máximo de  $0.55 \text{ kg/cm}^2$

del Tipo 5 y un mínimo de 0.40 kg / cm<sup>2</sup> del Tipo 2 y 3; la dispersión máxima corresponde a la muestra Tipo 2 con 24.97 % y desviación estándar de 0.10 que significa que el ensayo fue poco preciso para estas muestras, y la mínima corresponde al Tipo 4 con 9.71 % y desviación estándar de 0.05 lo que indica que el ensayo tuvo precisión aceptable. La fibra de maguey añadida en la misma proporción que la paja en 0.15 %, es decir la muestra Tipo 1 (0.35 % de paja = 0.20 % de paja + 0.15 % de paja) y la muestra Tipo 4 (0.20 % de paja + 0.15 % de fibra de maguey), en cuanto a la resistencia a compresión axial, la fibra de maguey supera a la paja en un 4.82 % y en el caso de esfuerzo cortante es mayor en 12.29 %, por lo que se puede decir que la fibra de maguey aporta mayor resistencia mecánica en comparación de la paja. Se obtuvo que la resistencia promedio a compresión axial de pilas de adobe de todas las muestras supera el mínimo requerido por la Norma E.080 que es de 6.12 Kg / cm<sup>2</sup>. Así mismo la resistencia promedio a compresión diagonal de muretes de adobe de todas las muestras superó el mínimo indicado por la Norma E.080 que es de 0.25 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Jorge Luis Nishihara Alcócer (2019), en su investigación de postgrado en la Universidad Ricardo Palma titulado “Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave Americana L. Caso: vías urbanas San Carlos – Huancayo” en la investigación se determinó Los concretos con adición de fibras de Agave Americana L. controlaron las fisuras por retracción plástica en los paños de prueba de pavimentación rígida, a diferencia del concreto convencional. Caso de aplicación en vías urbanas de San Carlos – Huancayo, los concretos con adición de fibras de Agave Americana L. controlaron la anchura de las fisuras por retracción plástica en paños de prueba de pavimentación rígida, a diferencia del concreto convencional, los concretos con adición de fibras de Agave Americana L. controlaron la longitud de las fisuras por retracción plástica en paños de prueba de pavimentación rígida, a diferencia del concreto convencional. Los concretos con adición

de fibras de Agave Americana L. controlaron la cantidad de fisuras por retracción plástica en paños de prueba de pavimentación rígida, a diferencia del concreto convencional, los concretos con adición de fibras de Agave Americana L. controlaron la iniciación de fisuras por retracción plástica en paños de prueba de pavimentación rígida, a diferencia del concreto convencional. Los concretos con dosificaciones de fibras de Agave Americana L. al 1.0% y al 0.75% (referidos al volumen total de mezcla), controlaron con efectividad las fisuras por retracción plástica en los paños de prueba de pavimentación rígida. Mientras que el concreto con dosificación de fibras de Agave Americana L. al 0.5% del volumen total mezclado, consiguió reducir la incidencia ponderal de los indicadores de las fisuras por retracción plástica en un 20.36%, respecto al concreto convencional. Los concretos con dosificaciones de fibras de Agave Americana L. pueden incrementar la capacidad de soporte de ejes equivalentes de los pavimentos rígidos.

## **2.2. BASE TEÓRICA**

### **2.2.1. CONCRETO:**

Mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.

\*El material que en nuestro medio es conocido como concreto, es definido como Hormigón en las normas del Comité Panamericano de Normas Técnicas (COPANT), adoptadas por la NTP.

### **2.2.2. TIPOS DE CONCRETO:**

Definiciones extraídas del Reglamento Nacional de Edificaciones 2011 – Norma E060.

#### **2.2.2.1. Concreto Simple**

Concreto que no tiene armadura de refuerzo o que la tiene en una cantidad menor que el mínimo porcentaje especificado para el concreto armado.

#### **2.2.2.2. Concreto Armado**

Concreto que no tiene armadura de refuerzo en una cantidad igual o mayor que la requerida en esta norma E060 y en el que ambos materiales actúan juntos para resistir esfuerzos.

#### **2.2.2.3. Concreto de Peso Normal**

Es un concreto que tiene peso aproximado de 2300 kg/m<sup>3</sup>.

#### **2.2.2.4. Concreto Prefabricado**

Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.

#### **2.2.2.5. Concreto Ciclópeo**

Es el concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques y que no contienen armadura.

#### **2.2.2.6. Concreto de Cascote**

Es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua.

#### **2.2.2.7. Concreto Premezclado**

Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra. NTP 339.114:2012.

#### **2.2.2.8. Concreto Bombeado**

Concreto que es impulsado por bombeo a través de tuberías hacia su ubicación final.

## 2.2.3. COMPONENTES DEL CONCRETO:

### 2.2.3.1. Cemento

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales aéreas, las cales hidráulicas y los yesos. NTP 334.009:2013.

Cemento Portland: producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1 % en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker. NTP 334.009:2013.

#### 2.2.3.1.1. Componentes del cemento

##### A. Los Compuestos Principales

(Rivva López, 2000 pág. 49-50) Durante el proceso de fusión de la materia prima que ha de dar origen al Clinker se forman silicatos cálcicos, aluminatos cálcicos y ferritos de composición compleja. De ellos los componentes básicos del cemento son los silicatos cálcicos. La fórmula de composición de los cuatro compuestos principales, así como la forma abreviada de los mismos es:

- Silicato Tricálcico ----->  $3CaO \cdot SiO_2 = C_3S$
- Silicato Bicálcico ----->  $2CaO \cdot SiO_2 = C_2S$
- Aluminato Tricálcico ----->  $3CaO \cdot Al_2O_3 = C_3A$
- Ferroaluminato tetracálcico →  $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 = C_4AF$

### **Tipos de cemento**

(Rivva López, 2000 pág. 95) La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos portland tal como los especifica la norma ASTM C150; o cementos combinados, de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM C595.

De acuerdo a lo recomendado por la norma ASTM C150, los cinco tipos de cemento portland normal que pueden ser clasificados como estándar y cuya fabricación está normada por requisitos específicos son:

- Tipo I: De uso general, donde no se requiere propiedades especiales.
- Tipo II: De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Especialmente adecuados para ser empleados en estructuras en ambientes agresivos y/o vaciados masivos.
- Tipo III: De desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Especiales para uso en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicios de las estructuras, o para uso en climas fríos.
- Tipo IV: De bajo calor de hidratación, recomendables para concretos masivos.
- Tipo V: Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos.

#### **2.2.3.2. Agregados**

Conjunto de partículas de origen artificial o natural, que pueden ser elaboradas o tratadas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por NTP 400.012:2013.

Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal (2200 a 2500 kg/m<sup>3</sup>) deberán cumplir con los requisitos de la

norma NTP 400.017:2011 o de la norma ASTM C33, así como las especificaciones del proyecto. (Rivva López, 2007 pág. 22).

De la ficha técnica de UNICON - Agregados para el concreto

Dependiendo del diámetro medio de sus partículas se clasifican en:

**Agregado Fino:** Aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

**Agregado Grueso:** Aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

**Características:**

Los agregados de UNICON son limpios y están exentos de exceso de arcilla, limo, mica, materia orgánica, sales químicas, granos recubiertos y reactividad álcali-sílice.

UNICON ofrece al mercado agregados de diversas granulometrías estandarizadas:

- Arena: ASTM C33
- Piedra ASTM C33, con los siguientes husos granulométricos:
- HUSO 57: tamaño máximo nominal 1" (Producción regular).
- HUSO 67: tamaño máximo nominal 3/4" (Producción regular).
- HUSO 7: tamaño máximo nominal 1/2" (Producción regular).
- HUSO 357: tamaño máximo nominal 2" (Producción a pedido).
- HUSO 467: tamaño máximo nominal 1 1/2" (Producción a pedido).

**2.2.3.3. Agua**

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la NTP 339.070:2009 y ser, de preferencia potable. (Rivva López, 2007 pág. 29).

La NTP339.088:2014, considera aptas para preparación y curado del concreto, aquellas aguas propiedades y contenidos de sustancias disueltas estén comprendidos dentro de los siguientes límites:

Contenido máximo de materia orgánica, oxígeno consumido, será de 3 mg / l (3 ppm). NTP 339.071:2009

Contenido de residuo insoluble  $\leq 5$  gr / l (5000 ppm).

El pH está entre 5.5 – 8.0.

Contenido de sulfatos, expresado en SO<sub>4</sub>, < 6 gr / l (600 ppm).

Contenido de cloruros, expresado en Cl, < 1 gr / l (1000 ppm). NTP 339.076:2009

El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresado en NaHCO<sub>3</sub>, < 1 gr / l (1000 ppm).

#### **2.2.3.4. Aditivos**

De acuerdo a la norma Española (UNE-EN 934-2:2002), se denomina aditivos aquellos productos que se incorporan en el momento del amasado del hormigón o inmediatamente después, en una cantidad no superior al 5% en masa, con relación al contenido de cemento, con objeto de modificarlas propiedades y características de la mezcla en estado fresco y/o endurecido.

Los aditivos a ser empleados en las mezclas de concreto deberán cumplir con los requisitos de la NTP 334.089:2010, Su uso está limitado por lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto y por la autorización de la inspección. (Rivva Lopez, 2007 pág. 32).

##### **2.2.3.4.1. Master Set R770 – Basf Perú (Ficha Técnica)**

MasterSet R 770 es un aditivo líquido, listo para usar, que controla el tiempo de fraguado facilitando las operaciones de colado y acabado del concreto. Excede los requerimientos de la norma ASTM C 494.



Tipos B y D, específicamente en:

- Mayor resistencia a la compresión y a la flexión.
- Menor contenido de agua para una trabajabilidad determinada.
- Mayor resistencia al daño producido por ciclos de congelamiento y deshielo.
- Características retardantes y moderadoras del fraguado.

#### **2.2.3.4.2. Campo de aplicación**

MasterSet R 770 recomienda cuando se requiere un fraguado lento del concreto (por ejemplo, en clima cálido). Este aditivo mejora los concretos bombeado, lanzado (mezclas húmedas) colocado en forma convencional. También mejora el concreto normal, reforzado, pretensado, ligero y de peso normal. Se puede usar en concreto arquitectónico, blanco y de color. MasterSet R 770 se puede usar en combinación con aditivos inclusores de aire, siempre que éstos satisfagan las especificaciones AASHTO, ASTM y CRD. Cuando se desee concreto con aire incluido, se recomienda el uso de aditivos inclusores de aire Master Builders Solutions. En estos casos, cada aditivo debe dosificarse por separado dentro de la mezcladora.

#### **Características y beneficios**

MasterSet R 770, con sus características retardantes de fraguado, ayuda a obtener un concreto con las siguientes características:

- Mejora la trabajabilidad.
- Reduce la segregación y el sangrado.
- Dependiendo de la dosificación, proporciona un retardo del fraguado desde ligero hasta moderado.

- Brinda características superiores de acabado en superficies planas y cimbradas.

### **Procedimiento de aplicación**

MasterSet R 770 debe agregarse junto con el agua de mezcla. Nunca se añada directamente al cemento o a los agregados secos.

### **Dosificación**

MasterSet R 770 se recomienda en un rango de 220 a 550 ml por cada 100 kg de cemento (densidad de 1,27 gr/cm<sup>3</sup>). Sin embargo, las variaciones de los ingredientes de la mezcla y las condiciones de la obra, pueden requerir dosificaciones diferentes.

### **2.2.3.4.3. Master Rheobuild 1000 – Basf Perú (Ficha Técnica)**

MasterRheobuild 1000 es un aditivo reductor de agua de alto rango, formulado para producir hormigón rheoplástico. El hormigón Rheoplástico fluye fácilmente, manteniendo una alta plasticidad por períodos mayores que aquellos alcanzados con hormigón superplastificado de manera convencional. Adicionalmente, mantiene bajas las relaciones agua/cemento en hormigones sin asentamiento, entregando excelentes propiedades en estado endurecido. La característica de mantención de trabajabilidad entregada por el hormigón Rheoplástico, permite la adición de MasterRheobuild 1000 en la planta de mezclado. MasterRheobuild 1000, cumple los requerimientos especificados para aditivos Tipo A y Tipo F según ASTM C494.

### **Usos Recomendados**

Hormigones donde se desea una alta plasticidad, con características de fraguado normales y un desarrollo de resistencias acelerado.

Aplicaciones de hormigón, premezclado, pretensado y prefabricado.

### **Aplicaciones de obras civiles y mineras.**

#### **Beneficios**

Menor energía necesaria para una adecuada consolidación del elemento.

Tiempos y costos de obra reducidos por el incremento de productividad.

El desarrollo de resistencias tempranas, permite el uso de métodos de construcción acelerados.

#### **Características de desempeño**

##### **Trabajabilidad:**

El hormigón aditivado con MasterRheobuild 1000 tiene la capacidad de mantener un estado rheoplástico en un rango de 200 a 280 mm, si dicha trabajabilidad es requerida. La duración de una trabajabilidad determinada dependerá no solo en la temperatura, sino que también en el tipo de cemento, adiciones utilizadas, proporción de mezcla, naturaleza de los áridos, método de transporte y la dosis.

##### **Incorporación y mezclado**

Resultados óptimos se lograrán incorporando MasterRheobuild 1000 junto al agua de amasado. Sin embargo el procedimiento de carguío puede variar según equipos y condiciones de obra. Cuando se vaya a utilizar MasterRheobuild 1000 conjuntamente con otro aditivo, cada uno debe dosificarse por separado en la mezcladora.

##### **Dosificación**

MasterRheobuild 1000 normalmente se recomienda en un rango de 0,65 % a 1,6 % respecto al peso del material cementicio, dependiendo de la aplicación y el incremento deseado en resistencia y asentamiento. Este rango es

aplicable a la mayoría de las mezclas de hormigones confeccionados con materiales típicos. Sin embargo, variaciones en las condiciones de obra y materiales, tales como el uso de humo de sílice, puede requerir el uso de dosis superiores a las indicadas en el rango recomendado. En dichos casos, consulte a su representante técnico de ventas.

Peso específico 1.17-1.22 a 20°C.

#### **2.2.3.4.4. Sika Aer – Sika Perú (Ficha Técnica)**

SikaAer® es un aditivo elaborado a base de agentes tensoactivos que adicionado al concreto genera microburbujas que se reparten uniformemente en la masa del concreto. No contiene cloruros. Cumple con la Norma ASTM C260.

##### **Usos**

- Concreto sometido a bajas temperaturas.
- Concreto de subterráneos, cimientos, sobrecimientos, obras hidráulicas en general (canales, represas, etc).
- Concreto en carreteras, aeropuertos, entre otros.
- Transporte del concreto en camión tolva.
- Concreto a la vista, concreto bombeado.

##### **Características / Ventajas**

###### **En Concreto fresco:**

Permite un aumento en la trabajabilidad y/o una disminución en el agua de amasado.

Reduce la segregación en el concreto, especialmente en las faenas de transporte.

Reduce la exudación en el concreto.

Incrementa la cohesión interna de la masa del concreto.

Permite reducir el tiempo de vibración y colocación.

Mejora el aspecto superficial del concreto.

Incremento de la impermeabilidad.

### **Método de Aplicación**

Se utiliza diluido en el agua de amasado. Mayores dosis pueden ser utilizadas si así se determina en ensayos previos con los materiales a usar en la obra. La incorporación de aire en un concreto depende principalmente de:

Los agregados pétreos (granulometría y forma de los granos).

Razón a/c.

Dosis de cemento por m<sup>3</sup> de concreto elaborado.

Finura del cemento.

Relación de áridos finos/gruesos.

Tipo de mezcladora y tiempo de mezclado.

Temperatura, etc.

La plasticidad, a menor asentamiento se necesita mayor esfuerzo para lograr la cantidad de aire deseado.

### **Dosificación**

0.02 % a 0.12 % del peso del cemento. Densidad: 1.01 – 1.02 kg / l.

## **2.2.4. FIBRAS**

### **2.2.4.1. Clasificación de fibras**

Las Fibras como refuerzo secundario para concreto en general pueden clasificarse según diferentes consideraciones (ASTMC 1116, en 14889, 14889-2) hoy en día se emplean principalmente dos tipos de clasificación, así:

#### 2.2.4.2. Por Material

- Fibras Metálicas: secciones discretas de metal que tienen una relación de aspecto (relación entre la longitud y diámetro) que va desde 20 hasta 100. Estas fibras son de acero (en general de bajo contenido de carbón).
- Fibras Sintéticas: secciones discretas que se distribuyen aleatoriamente dentro de concreto que pueden estar compuestas por Acrílico, Polipropileno, Aramid, Carbón, Poliestileno, Nylon, Poliéster, etc.
- Fibras de Vidrio: Secciones discretas de fibra de vidrio resistentes al álcali.
- Fibras Naturales: secciones discretas de origen como coco, sisal, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc. Cuyos diámetros varían entre 0.5 y 0.2 mm, con valores de absorción superiores al 12%.

#### 2.2.4.3. Por funcionalidad, geometría y dosificación

**Microfibras:** estas fibras están destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas. Se dosifican en el concreto para volúmenes entre 0.03 % a 0.15 % del mismo. Las más frecuentes son las fibras en polipropileno (Tipo SikaFiber\*AD) cuya dosificación en peso oscila entre 0.3 a 1.2 kg/m<sup>3</sup> de concreto. Se trata de dosificaciones extremadamente bajas pero muy eficientes que previenen la fisuración del concreto por retracción plástica. Estas fibras tienen diámetros entre 0.023mm a 0.0050mm pueden ser monofilamento o fibriladas. Las microfibras al tener diámetros tan pequeños se califican con un parámetro denominado Denier. Denier es el peso en gramos de 9.000 metros de una sola fibra.

## 2.2.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO:

### 2.2.5.1. Concreto Fresco

Las propiedades del concreto deben permitir que se llenen adecuadamente los encofrados y los espacios alrededor del acero de refuerzo, así como también obtener una masa homogénea, sin grandes burbujas de aire o agua atrapada.

#### 2.2.5.1.1. Trabajabilidad

Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser transportado, manipulado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación. (Rivva López, 2007 pág. 37).

#### 2.2.5.1.2. Consistencia

La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. (Rivva Lopez, 2007 pág. 40).

Tabla 1: Clases de mezclas según su asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD
Seca	0 " a 2 "	Poco trabajable
Plástica	3 " a 4 "	Trabajable
Fluida	> 5 "	Muy trabajable

FUENTE: Tecnología del concreto (p. 49), Flavio Abanto Castillo, 1997.

#### **2.2.5.1.3. Segregación**

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del mortero; es el fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, capas arenosas, bolsones de piedra, cangrejeras, etc. (Abanto Castillo, 1997 pág. 50)

#### **2.2.5.1.4. Exudación o Sangrado**

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos, este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado. (Abanto Castillo, 1997 pág. 54).

### **2.2.5.2. Concreto Endurecido**

#### **2.2.5.2.1. Resistencia a la compresión**

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión, la resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soporta por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura) (Abanto Castillo, 1997 págs. 50-51)

#### **2.2.5.2.2. Durabilidad**

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños



puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 % al 6 % de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

(Abanto Castillo, 1997 págs. 57)

## **2.2.6. FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L.**

De las múltiples plantas que benefician al ser humano, el Agave Americana L ha sido una de las más aprovechadas, tanto por los antiguos mesoamericanos como por las actuales habitantes del altiplano central. Pocos son los vegetales que proporcionan al hombre casa, sustento, vestido y salud, además de ser un medio de conocimientos (papel). Por estas razones el Agave Americana L. ha sido calificado como excepcional. (Oliver, 2009).

En la actualidad, el uso de las plantas de fibra tiene gran importancia en las sociedades rurales y campesinas andinas porque ofrecen multitud de recursos domésticos para gente con escasos recursos económicos. Los productos de cestería, cordelería y textiles conforman una parte importante de la cultura material de la región andina. (Macía, 2006).

### **2.2.6.1. Dimensiones de fibras vegetales y /o naturales**

Las fibras se encuentran en varias partes de la planta, corteza, tallo o tronco, hojas, ramas, pero son más frecuentes en los tejidos vasculares. En función de la localización de la fibra en la planta, se las clasifica en tres grupos:

Fibras Blandas, cuando la fibra se encuentra en el floema de los tallos; se presenta en las dicotiledóneas, por ejemplo, en el lino, yute o cáñamo (*Cannabis sativa*)

Fibras Duras, cuando las fibras se encuentran en el floema de las hojas en forma de haces que se sobreponen unos con otros, lo que los hace más fuertes por su mayor lignificación; se presenta en las monocotiledóneas, por ejemplo: Agave Americana L., cabuya (*Furcraea andina*) o abacá (*Musa textilis*).

Fibras de Superficie, que corresponde a los pelos de la epidermis de la semilla, por ejemplo: en el algodón.

#### **2.2.6.2. Origen e historia**

Se trata de una especie originaria del este de México. Fue introducida en Europa, a través de España, en el siglo XVI, por los conquistadores del Nuevo Mundo, primero como planta ornamental y después como planta textil para la obtención de fibras bastas. En el sudeste de la Península Ibérica se ha utilizado tradicionalmente para señalar caminos, delimitar fincas, producir forraje e incluso como material de construcción en la arquitectura rural tradicional. (Según Sanz, Dana y Sobrino, 2004)

Todas las fuentes revisadas concuerdan en que el Agave Americana L (maguey) es de origen mexicano, aunque algunos consideran que ya había llegado al Perú antes de los españoles. Según Garcilazo, era entonces conocida como “chuchau”. Los españoles no tardaron en llevarla a Europa en siglo XIV, y de donde se extendió por todas las regiones tropicales del continente africano, asiático en forma silvestre. (Bautista, 2006).

#### **2.2.6.3. Nombres comunes**

Linneo descubrió el Agave Americana en el siglo XVIII (1753), comúnmente se encuentra en forma silvestre en nuestros valles interandinos y cumpliendo función ornamental en jardines costeros, como cerco de los terrenos de cultivo con diversos nombres tradicionales entre los cuales los más comunes tenemos: agave, cocuisa, maguey, chuchau, pajpa, penca, pinca, cabuya americana, century plant, a los americana, cabuyeru, ancash-chanpatra, pita, cocui, penca azul, méjico, kellupancarita, ckara, chichimeco, maguey meco, Okce packpa, packpa pappe mare. (Bautista, 2006).

#### **2.2.6.4. Taxonomía y Biosistemática**

Bautista (2006), indica que, de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura Botánica), el *Agave Americana* L. tiene la siguiente clasificación:

División:	Fanerógamas
Sub-División:	Angiospermas
Orden:	Iridíneas
Clase:	Monocotiledóneas
Familia:	Amarilidáceas
Sub-familia:	Agavoidea
Género:	<i>Agave</i>
Especie:	<i>Agave Americana</i> L.

La Sub-Familia Agavoidea se caracteriza por presentar rizoma o tallo derecho con hojas fibrosas dispuestas en rosetón.

El Género *Agave* comprende plantas indígenas de América, de tallo bastante desarrollado y vivaces de raíz fibrosa. Las hojas agudas, carnosas y terminan en una espina.

Las flores tienen un periantio infundibuliforme de 6 salientes e insertados sobre el tubo del periantio; el ovario adherente e inferior; el fruto es una cápsula de 5 celdillas con muchas semillas. (Bautista, 2006).

#### **2.2.6.5. Descripción Botánica**

Se trata de una planta de aspecto robusto, rizomatosa, formada por grandes rosetas de hojas lanceoladas, carnosas, muy gruesas, espinosas en los márgenes y en el ápice.

Las flores, de color amarillo pálido, aparecen en una panícula situada en el extremo de unos tallos de 5.00 a 8.00 m de altura (incluso más en su región de origen) emitidos cuando la planta tiene unos 10 años. Fruto en cápsula alargada y trígona. Semillas negras, aplanadas, numerosas.

Florece entre julio a septiembre. Polinización entomófila (lepidópteros) o quiropterófila. Tras la floración, la roseta que ha emitido el tallo florífero muere. Metabolismo CAM. Se reproduce activamente de manera asexual a partir de rizoma del que brotan abundantes rosetas. Precisa de suelos muy bien drenados y exposiciones soleadas. Es muy resistente a la sequía y a las altas temperaturas. Aguanta heladas ligeras si no son muy frecuentes. En la región mediterránea habita en lugares pedregosos soleados, ramblas y arenales, por lo general cercanos al mar y más raramente en el interior. También es habitual a lo largo de los caminos y en los linderos de las parcelas. (Según Sanz et al., 2004)

El *Agave Americana* L. es una planta herbácea con un periodo de crecimiento y maduración de 10 a 18 años después de los cuales florece. El tiempo de maduración depende de las condiciones climáticas y de suelos. La raíz es amplia y robusta. El tallo es único, no ramificado, generalmente oculto por las hojas en su etapa inmadura. Se le descubre cuando las hojas son cortadas, las hojas están dispuestas en forma de roseta alrededor del tallo, son de color verde grisáceo muchas veces azulado, miden 1.20 a 2.00 m, son gruesas, carnosas, lanceoladas y sin pecíolo con un ancho de 0.30 m, son ligeramente cóncavas hacia arriba y adentro, de bordes firmes con una hilera de espinas terminando el vértice con una espina de 30 mm de largo. La superficie está cubierta de una membrana resistente y blanquecina. En el espesor de las hojas se encuentra fibras longitudinales muy resistentes y maleables. Del vértice del tallo, en el centro de gigantesca roseta, surge verticalmente hacia arriba el tallo floral que llega a medir de 6.00 a 8.00 m de altura. Se ramifica en candelabro y da origen a panículos de varios centenares de flores. Las flores son mixtas tubulares de 50 mm de largo de color amarillo verdoso, formada por 6 pétalos, 6 estambres largos y un ovario tripartido. El fruto es una cápsula triangular, prismática oblonga, de 40 mm de largo. Los frutos rápidamente son reemplazados por los hijuelos, llamados bulbillos, que son gérmenes vegetativos o plantas en miniatura con unas cuantas hojas, tallo corto y raicillas que caen al suelo y comienza la vida de una planta. Una vez producida los frutos la planta muere. (Bautista, 2006).

### **2.2.6.6. Características químicas de la fibra de Agave Americana L.**

Según Salinas (2012). La composición química de la fibra de Agave Americana varía según la especie, las condiciones climáticas, el tipo de suelo y el tipo de procesamiento de la fibra, pero de manera general se ha encontrado la presencia de hemicelulosa, celulosa y lignina como sus componentes principales. “La hemicelulosa y lignina en las fibras naturales se encargan de proteger las fibras de celulosa de las agresiones externas y al mismo tiempo transmitir las tensiones a las que se somete al conjunto del material”

**Tabla 2: Componentes químicos de la fibra de Agave Americana L**

COMPONENTES	CONTENIDO (%)
Cenizas	0.70%
Resinas, ceras y grasas	1.90%
Pentosas	10.50% - 17.70%
Celulosa	62.70% - 73.80%
Lignina	11.30% - 15.50%

Fuente: 1er Congreso Internacional de fibras naturales, Antioquia – Colombia

### **2.2.6.7. Características mecánicas de la fibra de Agave Americana L**

Las características mecánicas de la fibra de Agave Americana L pueden ser variables debido a diversos factores que influyen en el tipo de resistencia, sin embargo, cabe señalar que la cantidad de celulosa determina la resistencia mecánica de la fibra y de acuerdo con esto se deduce valores de resistencia aproximados de acuerdo con la composición química representativa de la fibra de Agave Americana L.

**Tabla 3: Características mecánicas de la fibra de Agave americana L**

TIPO DE RESISTENCIA	CUANTIFICACIÓN
Resistencia a la tracción	305 MPa (3111.00 kg/cm <sup>2</sup> )
Resistencia al corte	112 MPa (1142.00 kg/cm <sup>2</sup> )
Módulo de elasticidad	7.50 MPa (76.50 kg/cm <sup>2</sup> )
Densidad	1.30 g/cm <sup>3</sup>

**Fuente: Tecnología de polímeros; M. Beltrán y A. Marcilla**

### **2.2.6.8. Usos populares de Agave Americana L**

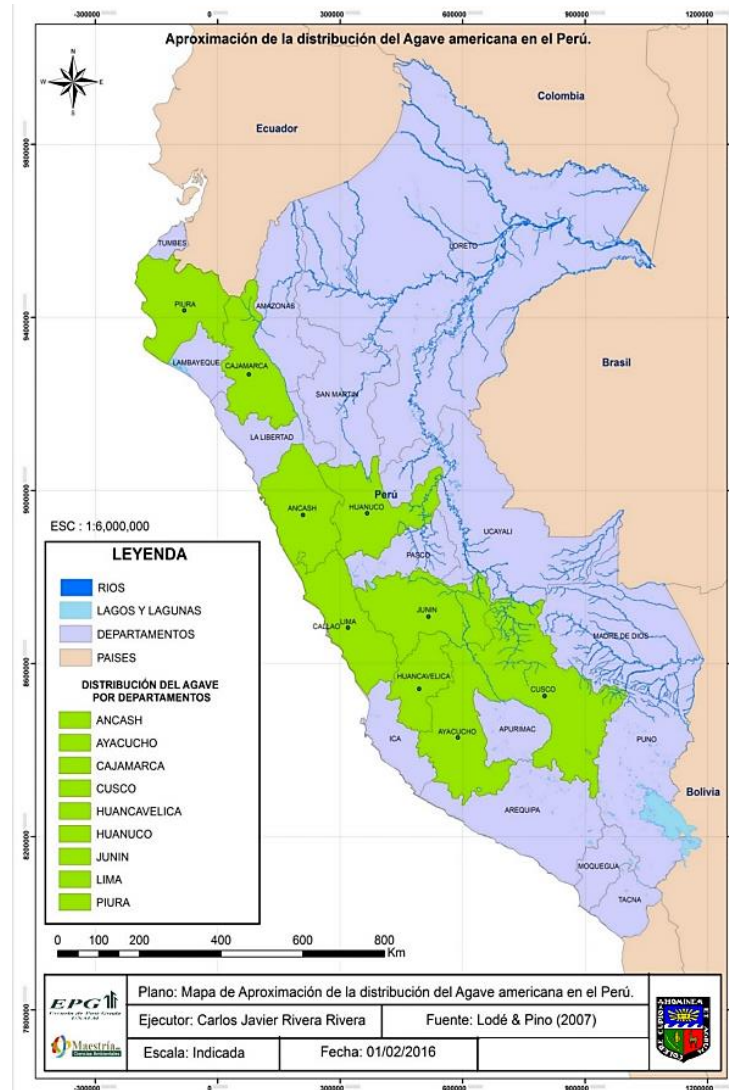
El Agave Americana L es una planta que tiene diversas aplicaciones, que es aprovechada generalmente por la población que conoce sus diversos usos, entre ellos tenemos: medicinal, alimentación del ganado, alimentación del hombre, bebidas, material de construcción, combustible.

#### **2.2.6.8.1. Material de construcción**

Las hojas del Agave Americana L constituyen una fuente importante para la obtención de fibras naturales muy resistentes, maleables y muy apreciadas. A partir de las hojas se extraen fibras ya sea en la forma fresca o fibras secas. Estas fibras se usan para la construcción de sogas, para la elaboración de mallas de pesca, puentes colgantes, mallas de embalaje, mallas de carga y objetos ornamentales. El tallo floral maduro y seco se usa para la construcción de viviendas, ventanas, puertas y los corrales de ganado. (Bautista, 2006).

### 2.2.6.9. Aproximación de la distribución del Agave Americana en el Perú.

Figura 3: Mapa 1 de distribución del Agave Americana en el Perú



Fuente: Carlos Javier Rivera Rivera 2016

Las fibras se utilizan como ingrediente del concreto para controlar o evitar:

1. Agrietamiento por asentamiento plástico. Se presenta durante las primeras horas del acabado del concreto por el asentamiento del agregado. Las fibras restringen el movimiento del agregado.
2. Agrietamiento por contracción plástica. Ocurre en las primeras 24 horas del acabado del concreto. Es causado por la pérdida de agua en

la superficie del concreto reduciendo el volumen del concreto. El cambio de volumen origina desplazamientos que inducen esfuerzos que exceden la capacidad de deformación del concreto. Las fibras disminuyen la magnitud del esfuerzo inducido.

Además, se utilizan para mejorar la resistencia al impacto y aumentar la resistencia al desgaste del concreto endurecido.

La contribución primaria de las fibras de polímeros es en el área de reducción de grietas por contracción de concretos frescos y resistencia al impacto en concreto endurecidos. La adición de fibras puede interferir con la trabajabilidad o arrastre de aire, reduciendo de esta manera la resistencia del compuesto (ACI, 1982). Balaguru y Khajuria (1996) realizaron un estudio sobre el comportamiento de fibras de polímeros en el concreto hidráulico. Para llevar a cabo este estudio utilizaron dos tipos de concreto (normal y ligero), así como seis contenidos de fibra (0; 0.45; 0.60; 1.20; 1.80 y 2.40 kg / m<sup>3</sup>). Se utilizaron especímenes cilíndricos para las pruebas de compresión y ruptura por tensión, especímenes prismáticos para conocer la resistencia a la flexión y discos cilíndricos para pruebas de resistencia a impactos. Después de realizadas las pruebas, concluyeron que la adición de fibras (arriba de 2.40 kg / m<sup>3</sup>) no cambia significativamente las resistencias a la compresión, flexión y ruptura por tensión. (Garnica, Gómez, & Sesma, 2012).



## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. MÉTODOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. SEGUN SU APLICACIÓN**

La presente es una investigación aplicada.

#### **3.1.2. SEGÚN SU FIN**

La presente investigación es explicativa; ya que se busca determinar los porqués de los fenómenos por medio de la determinación de relaciones de causa-efecto. Estas investigaciones se concentran en estudiar las causas o los efectos de un determinado hecho por medio de pruebas logrando explicar el significado de un aspecto de la realidad a partir de teorías que se toman como referencia.

#### **3.1.3. SEGÚN SU TÉCNICA DE CONTRASTACIÓN:**

La presente es una investigación experimental.

### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño para la presente investigación es experimental; tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias.(Babbie, 2009)



### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1. POBLACION

Esta investigación tiene como población el concreto premezclado  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco con adición de fibras de Agave Americana L. (con dosificaciones al 0, 0.5, 0.75 y 1.0 % de Fibra con relación al volumen del concreto).

#### 3.3.2. MUESTRA

El muestreo es discrecional debido a las facilidades, en esta investigación tiene como muestra el concreto premezclado resistencia de  $280 \text{ kg/cm}^2$  que proveerá UNICON S.A.C. – Planta Huancayo, para lo cual se tendrá el diseño de mezcla patrón y 3 dosificaciones distintas de fibras naturales de Agave Americana L, que hacen un total de 4 diseños de mezcla, como se muestra en la tabla siguiente:

**Figura 4: Dosificaciones para la investigación**

<b>C E<sub>2</sub></b>	Concreto	<b>X<sub>2</sub></b>	Dosis de Fibra de Agave Americana L. al 0.5 % del volumen total.	<b>P p<sub>2</sub></b>	Análisis de propiedades del concreto en estado fresco
<b>C E<sub>3</sub></b>	Concreto	<b>X<sub>3</sub></b>	Dosis de Fibra de Agave Americana L. al 0.75 % del volumen total.	<b>P p<sub>3</sub></b>	
<b>C E<sub>4</sub></b>	Concreto	<b>X<sub>4</sub></b>	Dosis de Fibra de Agave Americana L. al 1.0 % del volumen total.	<b>P p<sub>4</sub></b>	
<b>C P<sub>1</sub></b>	Concreto Patrón	<b>X<sub>1</sub></b>	Sin Fibra	<b>P p<sub>1</sub></b>	

Una vez adicionada las fibras, se procederá a remover nuevamente la mezcla hasta obtener una apariencia homogénea de la misma.

Finalmente se procederá a realizar los ensayos correspondientes, para su posterior evaluación.

La muestra es no probabilísticas y direccionada, la elección de la muestra no depende de la probabilidad sino de las características que poseen y que interesan en la investigación.

### **3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los instrumentos cuantitativos utilizados para la toma de datos en la ejecución de esta investigación son:

- Normativa vigente (NTP y ASTM), en la cual encontramos los procedimientos para realizar los distintos ensayos del concreto en estado fresco.
- Formatos de control de slump, contenido de aire, exudación, peso unitario, rendimiento.
- Formatos de control de temperatura.

### **3.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.5.1. SELECCIÓN DE MATERIALES**

##### **3.5.1.1. Concreto:**

En esta investigación el concreto premezclado lo proveerá UNICON S.A.C. – Planta Huancayo, las características de esta mezcla deberán cumplir con los siguientes requisitos.

**Tabla 4: Características del concreto premezclado requerido**

Resistencia del concreto	280 kg/cm <sup>2</sup> con aire incorporado
a/c	0.56
Tipo de Cemento	Tipo I
Asentamiento	6" ± 1 ½"

Después de aceptar el lote de mezcla, se procederá a adicionar las fibras de Agave Americana L. tratadas con Parafina, en relación al volumen de concreto a mezclar.

#### **3.5.1.2. Fibra de Agave Americana L.:**

Similar a la investigación de Juárez et al. (2003), se adicionará fibras naturales de Agave Americana L. en 0, 0.5, 0.75 y 1% con respecto al volumen total de concreto (dosificaciones de mayor eficacia demostrada respecto a resistencia a la flexión); mientras que la longitud de la fibra (Lf) deberá oscilar entre 40 a 50mm.

#### **3.5.2. FIBRA DE AGAVE AMERICANA L.:**

La fibra de Agave Americana L. fue extraída en el Valle del Mantaro de las plantaciones encontrado en el campo.

**Figura 5: Lavado de la fibra para procesamiento**



### **3.5.2.1. Absorción y peso específico:**

Como no se tiene una norma específica para ensayar fibras naturales, se usó de referencia la siguiente normativa:

- NTP400.022 - 2002 - AGREGADOS. "Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado Fino".
- ASTM C128 - 1997 "Standard Test Method for specific gravity and absorption of Fine Aggregates".

Se tiene la fibra de Agave Americana L con un peso de 300 gr, la cual será colocada en un recipiente adecuado cubriéndola con agua y dejando reposar por  $24 \pm 4$  horas.

**Figura 6: Peso y saturación de la fibra de Agave Americana L**



Después de estar  $24 \pm 4$  horas en el agua, la muestra se tiende sobre una bandeja, expuesta a una corriente de aire suave, revolviendo frecuentemente para que seque uniformemente y se pesa para obtener el peso de la muestra superficialmente seca.

**Figura 7: Peso de la muestra de la fibra de Agave Americana L Saturada Superficialmente Seca**



Se coloca la fibra en las bandejas y se deja en el horno a temperatura  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  por un periodo de 24 horas, transcurrido el tiempo retire del horno espere un momento con la muestra para que alcance la temperatura ambiente y pesela muestra a si se determina su peso seco ( $W_o$ ).

**Figura 8: Muestra seca en el horno de la fibra de Agave Americana L**



Luego se pesó 50 gr de fibra de Agave Americana L en condición de Saturada Superficialmente Seca en el frasco volumétrico, dejar por 5 minutos, elimine el aire atrapado agitando el frasco volumétrico, después de eliminar el aire atrapado, apuntar la variación del volumen de agua causado por la adición de la fibra ( $V_f$ ).

**Figura 9: Ensayo de peso específico de la fibra de Agave Americana L**



### **3.5.3. ENSAYO DE CONCRETO FRESCO**

Los siguientes ensayos son fundamentales para entender el comportamiento del concreto patrón y los concretos adicionados con fibra de Agave Americana L. en su estado inicial (estado fresco)

### 3.5.3.1. Muestreo del Concreto Fresco

#### Normativa

- NTP339.036 - 2011 - CONCRETO. "Practica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco".
- ASTM C 172 -1999 "Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete".

Para obtener la muestra de concreto, la norma no nos prohíbe muestras pequeñas, ya que los ensayos a realizar requieren poca cantidad, pero deben ser representativas.

La norma nos dice que para extraer la muestra de concreto se debe recolectar dos o más porciones tomadas a intervalos regularmente espaciados durante la descarga de la porción media del lote contenido en el mixer.

El tiempo transcurrido no debe exceder a 15 min. Entre las primeras y últimas porciones de muestras; luego se transportará las muestras individuales al lugar donde se realizarán los ensayos de concreto fresco.

Se tiene para comenzar los ensayos los 5 minutos después de obtener la muestra final.

**Figura 10: Muestreo del concreto premezclado con y sin fibra.**





### **3.5.3.2. Ensayo de Asentamiento**

La consistencia: capacidad del concreto recién mezclado para fluir, determina la facilidad con la que el concreto puede compactarse, una vez seleccionados los materiales y proporciones de la mezcla. El control sobre la trabajabilidad se lleva a cabo mediante cambios en la consistencia, producidos por la variación en la cantidad de agua.

Una manera de medir es mediante el cono de Abrams, el cual consiste en:

#### **Normativa**

- NTP339.035:2009 - CONCRETO. “Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland”.
- ASTM C143 / C143M - 2003 “Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete”.

Luego de obtener la muestra de concreto fresco, se debe humedecer el cono y colocar sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Para iniciar el ensayo se sujeta fijamente con los pies el molde, el cual será llenado en tres capas iguales con un varillado de 25 golpes en forma helicoidal de afuera hacia dentro por cada capa. El molde se retira hacia arriba en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, después se mide el asentamiento sobre el centro original de la base superior, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura mezcla.

Figura 11: Ensayo de asentamiento del concreto premezclado con y sin fibra.



Se tiene las especificaciones estándar para concreto premezclado:

Tabla 5: Tolerancia en Slump

ESPECIFICACIONES		TOLERANCIAS
Asentamiento Nominal	2" (50 mm) a menos	±1/2" (15 mm)
	2" a 4" (50 mm a 100 mm)	±1" (25 mm)
	Más de 4" (100 mm)	±1 1/2" (40 mm)
Asentamiento "máximo" o "no debe exceder"	3" (75 mm) o menos	En exceso: 0" (0 mm)
		En defecto: 1 1/2" (40 mm)
	Más que 3" (75 mm)	En exceso: 0" (0 mm)
		En defecto: 2 1/2" (65 mm)
Tiempo de conservación en estos rangos (responsabilidad productor)		30 min desde llegada a obra

Fuente: ASTM C94/ C94M

Los resultados obtenidos en el ensayo asentamiento según la NTP339.035: 2009 se muestran en la Tabla N°6.

**Tabla 6: Asentamiento del concreto premezclado con y sin fibra.**

Concreto	Slump Promedio
<b>P p<sub>1</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2$ )	4 1/2"
<b>P p<sub>2</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%F_{AAL}$ )	3 1/2"
<b>P p<sub>3</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\% F_{AAL}$ )	2 1/2"
<b>P p<sub>4</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\% F_{AAL}$ )	1 1/2"

### 3.5.3.3. Ensayo de Contenido de Aire

#### Normativa

- NTP339.081:2011 CONCRETO. "Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del concreto fresco".
- ASTM C173/C173M-2001 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by Volumetric Method".

Después de obtener la muestra de concreto fresco según la NTP 339.036:2011, colocar la muestra obtenida en el recipiente de medida en tres capas de volumen aproximadamente igual, varillar 25 veces en forma helicoidal de afuera hacia dentro en cada capa, una vez culminado el varillado de capa golpear el recipiente con una comba de goma de 10 a 15 veces para cerrar los espacios vacíos generados por el varillado, ya lleno el recipiente con un exceso de concreto de 3mm enrasar la superficie con la barra de enrasado hasta lograr una superficie uniforme, limpiar el borde del recipiente, tapar con la parte superior del medidor y asegurarla, introducir agua hasta que brote por el extremo, cerrar las válvulas de ingreso y salida de agua, bombear el instrumento hasta que la aguja del medidor llegue a cero, al llegar a cero purgar el instrumento y realizar la lectura del porcentaje de contenido de aire.

Figura 12: Ensayo de contenido de aire del concreto premezclado con y sin fibra.



Se tiene las especificaciones estándar para concreto premezclado:

Tabla 7: Contenido total de aire recomendado (%) para concreto con aire incorporado

CONDICIÓN	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DE AGREGADOS						
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
Leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5
Moderado	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5
Severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5

Fuente: ASTM C94/ C94M

Los resultados obtenidos en el ensayo contenido de aire según la NTP339.081:2011 se muestran en la Tabla N°8

Tabla 8: Contenido de aire del concreto premezclado con y sin fibra

Concreto	Contenido de Aire (%)
<b>P p<sub>1</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2$ )	2.2
<b>P p<sub>2</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%F_{AAL}$ )	2.5
<b>P p<sub>3</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\% F_{AAL}$ )	3.0
<b>P p<sub>4</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\% F_{AAL}$ )	3.2

### 3.5.3.4. Ensayo de Temperatura

#### Normativa

- NTP339.184 - 2013 - CONCRETO. “Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de la mezcla de concreto”.

- ASTM C1064 / C1064 M - 2003 “Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete”.

Luego de obtener la muestra de concreto fresco en un recipiente coloque el instrumento de medición de temperatura, el sensor del instrumento de medición debe de estar sumergido 75mm como mínimo. Se dejará el dispositivo entre 2 a 5 min como máximo para poder tomar la lectura registrada sin sacar el dispositivo (el dispositivo debe ser de una precisión de 0.5 °C).

Los resultados obtenidos en el ensayo temperatura según la NTP339.184:2013.

**Figura 13: Temperatura del concreto premezclado sin y con fibras**



Se tiene las especificaciones estándar para concreto premezclado:

**Tabla 9: Rangos de temperatura**

DESCRIPCIÓN		CRITERIO DE ACEPTACIÓN				
Clima frío	Temp. Mínima	Sección mm	<300	300 - 900	900 - 1800	>1800
		°C	13	10	7	5
	Temp. Máxima	32° C				
Clima cálido	T = Más baja posible. Si T = 32°c se puede encontrar dificultades					

Fuente: ASTM C94/ C94M

Los resultados obtenidos en el ensayo temperatura según la NTP339.184:2013 se muestran en la Tabla N°10.

**Tabla 10: Temperatura del concreto premezclado con y sin fibra**

Concreto	Temperatura
<b>P p<sub>1</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2$ )	23.80
<b>P p<sub>2</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%F_{AAL}$ )	24.10
<b>P p<sub>3</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\% F_{AAL}$ )	24.50
<b>P p<sub>4</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\% F_{AAL}$ )	24.60

### 3.5.3.5. Ensayo de Peso Unitario y Rendimiento

El peso unitario se refiere a la masa del concreto en un determinado volumen, nos sirve para verificar que las proporciones de los materiales es la correcta respecto a otros concretos.

#### Normativa

- NTP339.046 – 2013 - CONCRETO. “Método de ensayo para determinar el peso unitario, rendimiento y contenido de aire del concreto”.
- ASTM C138 / C138M - 2001 “Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete”.

Luego de obtener la muestra de concreto fresco, se llenará en un recipiente, en tres capas iguales con un varillado de 25 golpes en forma de helicoidal de afuera hacia dentro, seguida de 10 a 15 golpes laterales con la comba de goma. Al culminar la tercera capa enrazar la superficie, se calcula la masa de la muestra de concreto ( $M_c$ ), la masa del recipiente ( $M_r$ ) en kilogramos, se debe tener el volumen del recipiente ( $V_r$ ) en el cual se está desarrollando el ensayo.

El cálculo del peso unitario del concreto fresco se realizará con la siguiente formula:

$$\text{Peso Unitario} = (MC - Mr) / Vr$$

Para el cálculo del rendimiento del concreto fresco se debe tener el volumen unitario del concreto ( $V_c$ ) y el volumen de diseño dinámico del diseño de mezcla ( $V_d$ ) el cual se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = V_c / V_d$$

**Figura 14: Ensayo de peso unitario de concreto premezclado con y sin fibras.**



Los resultados obtenidos en el ensayo peso unitario según la NTP339.046:2013 se muestran en la Tabla N°11.

**Tabla 11: Peso unitario del concreto premezclado con y sin fibra**

Concreto	Peso Unitario
<b>P p<sub>1</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2$ )	2253.01
<b>P p<sub>2</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%F_{AAL}$ )	2250.26
<b>P p<sub>3</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\% F_{AAL}$ )	2249.34
<b>P p<sub>4</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\% F_{AAL}$ )	2246.58

### 3.5.3.6. Ensayo de Exudación

#### Normativa

- NTP339.077 - 2013 - CONCRETO. “Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto”.
- ASTM C232 - 1999 “Standard Test Method for Bleeding of Concrete”.

Luego de obtener la muestra de concreto fresco colocar y enrasar el concreto en un recipiente, mantener cubierta la muestra para evitar la pérdida de agua por evaporación en el recipiente.

Con una pipeta extraer el agua acumulada en intervalos de 10 min durante los primeros 40 min y después en intervalos de 30 min hasta que cese la exudación, registrar los tiempos cantidades de agua extraídas del concreto.

**Figura 15: Ensayo de exudación de concreto premezclado con y sin fibra.**



Los resultados obtenidos en el ensayo exudación según la NTP 339.077, 2013 se muestran en la Tabla N°12.

**Tabla 12: Exudación del concreto premezclado con y sin fibra**

Concreto	Exudación (ml)
<b>P p<sub>1</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2$ )	54.5
<b>P p<sub>2</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%F_{AAL}$ )	0
<b>P p<sub>3</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\% F_{AAL}$ )	0
<b>P p<sub>4</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\% F_{AAL}$ )	0



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Se presentará los resultados obtenidos de la investigación cualitativa, analizando tablas y gráficos, de cada propiedad que presenta el concreto premezclado en estado fresco  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , en las cuales se evaluará la influencia que tuvo la fibra de Agave Americana L en las distintas proporciones.

##### **4.1.1. ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO**

Para el desarrollo de procedimiento y obtención de los siguientes resultados se cumplió con los estándares que nos exige la normativa vigente (NTP y ASTM).

Para el análisis de estos resultados realizaremos una comparación con respecto al concreto patrón.

###### **4.1.1.1. ASENTAMIENTO:**

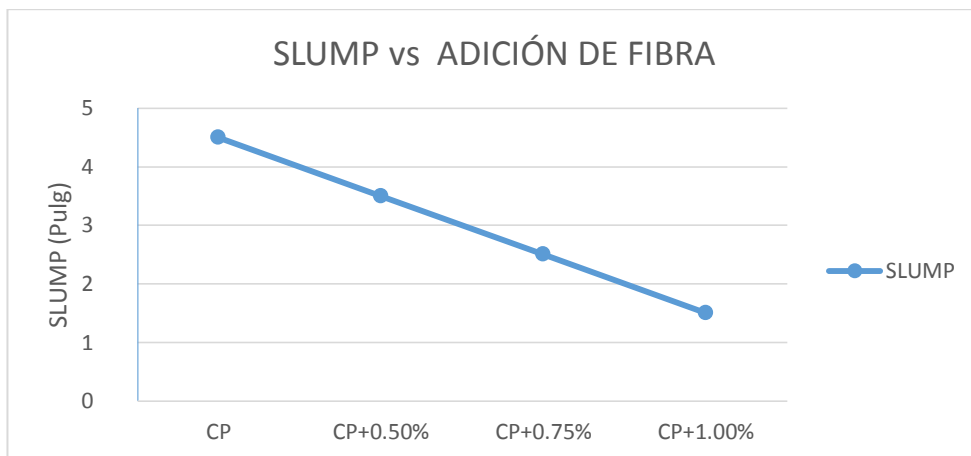
Se obtuvo en laboratorio los siguientes resultados luego de cumplir la normativa vigente del concreto relacionado al asentamiento (NTP 339.035:2009 Concreto y ASTM C 143 / C143M - 2003). En esta tabla se da a conocer los resultados y las variaciones de comparación entre los concretos adicionados con fibra de Agave Americana L con respecto al concreto patrón.

**Tabla 13: Resultados de Asentamiento del concreto premezclado  $f_c=280\text{kg/cm}^2$**

Concreto	Slump Promedio	Variación
<b>P p<sub>1</sub></b> ( $f_c=280\text{kg/cm}^2$ )	4 1/2"	
<b>P p<sub>2</sub></b> ( $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%F_{AAL}$ )	3 1/2"	-22.22%
<b>P p<sub>3</sub></b> ( $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\% F_{AAL}$ )	2 1/2"	-44.44%
<b>P p<sub>4</sub></b> ( $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\% F_{AAL}$ )	1 1/2"	-66.67%

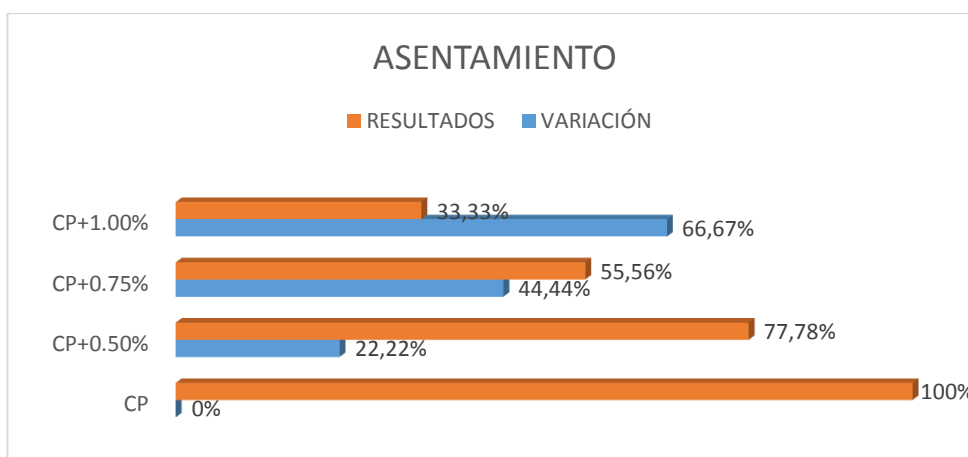
Según los parámetros encontrados en la ASTM C94 / C94M (ver el 3.4.3.2), se tiene un diseño de Slump de 6" se considera tolerante  $\pm 1 \frac{1}{2}$ ", lo cual es aceptable la **P p<sub>1</sub>** ( $f_c = 280\text{kg/cm}^2$ ).

**Figura 16: Slump vs Adición de Fibra**



El asentamiento muestra relación con la dosis de fibra adicionada al concreto premezclado. Se puede observar en la Figura N°16, que la relación es directamente proporcional, porque el incremento de la dosis de fibra genera disminución en el asentamiento.

**Figura 17: Variación del Asentamiento del concreto premezclado f c=280kg/cm2**



En la figura 17, se muestra disminución del asentamiento a 77.78% del CP280+0.50%, 55.56% del CP280+0.75% y de 33.33% del CP280+1.00%.

#### 4.1.1.2. CONTENIDO DE AIRE:

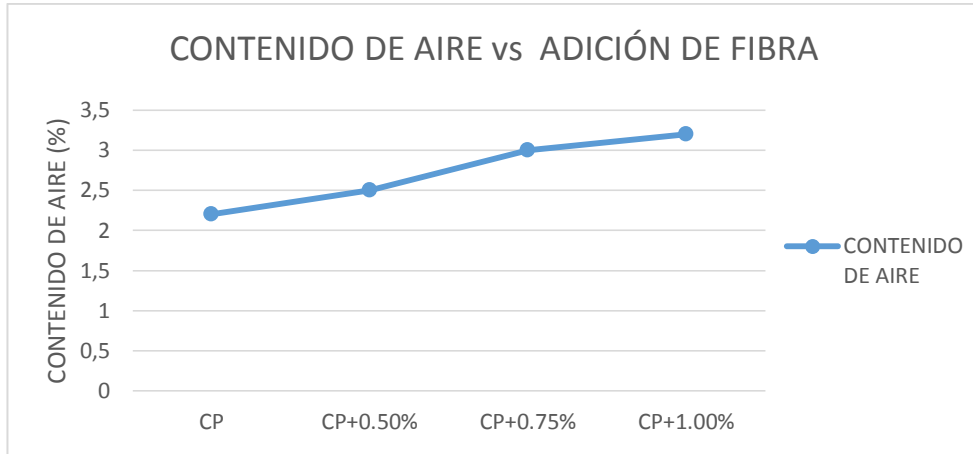
Se obtuvo en laboratorio los siguientes resultados luego de cumplir la normativa vigente del concreto relacionado al contenido de aire (NTP 339.081:2011 Concreto y ASTM C 173/C173M). En esta tabla se da a conocer los resultados y las variaciones de comparación entre los concretos adicionados con fibra de Agave Americana L con respecto al concreto patrón.

**Tabla 14: Resultados del contenido de aire del concreto f c=280kg/cm2**

Concreto	Contenido de Aire (%)	Variación
<b>P p<sub>1</sub></b> (f'c=280kg/cm <sup>2</sup> )	2.2	
<b>P p<sub>2</sub></b> (f'c=280kg/cm <sup>2</sup> + 0.50% F <sub>AAL</sub> )	2.5	+13.64%
<b>P p<sub>3</sub></b> (f'c=280kg/cm <sup>2</sup> + 0.75% F <sub>AAL</sub> )	3.0	+36.36%
<b>P p<sub>4</sub></b> (f'c=280kg/cm <sup>2</sup> + 1.00% F <sub>AAL</sub> )	3.2	+45.45%

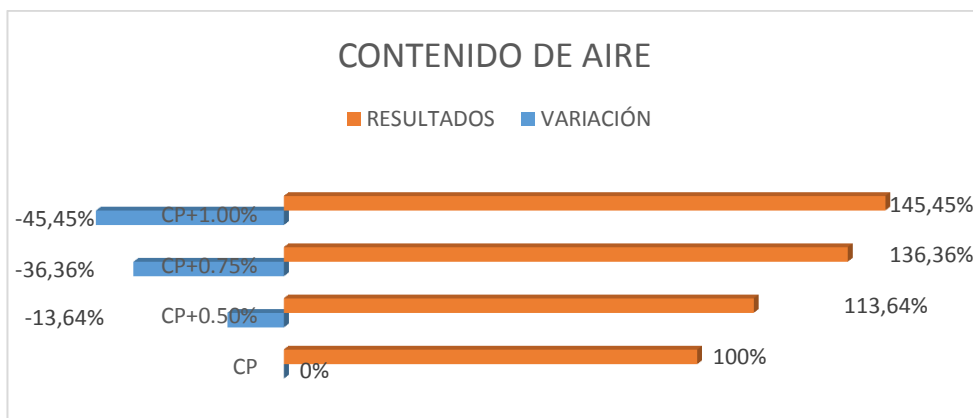
Según los parámetros encontrados en la ASTM C94/ C94M (ver el 3.4.3.3), se tiene un diseño con aire incorporado, siendo el porcentaje máximo 3.5, todos los resultados obtenidos son aceptables.

**Figura 18: Contenido de aire vs Adición de fibra**



El contenido de aire muestra relación con la dosis de fibra adicionada al concreto premezclado. Se puede observar en la Figura N°18, que la relación es directamente proporcional, porque el incremento de la dosis de fibra genera incremento del contenido de aire.

**Figura 19: Variación del contenido de aire en el concreto premezclado f c=280kg/cm2**



En la figura 19, se visualiza la variación del contenido de aire, en el CP280+0.50% aumenta en un 13.64%, en el CP280+0.75% aumenta en un 36.36% y en el CP280+1.00% aumenta en 45.45%.

#### 4.1.1.3. PESO UNITARIO:

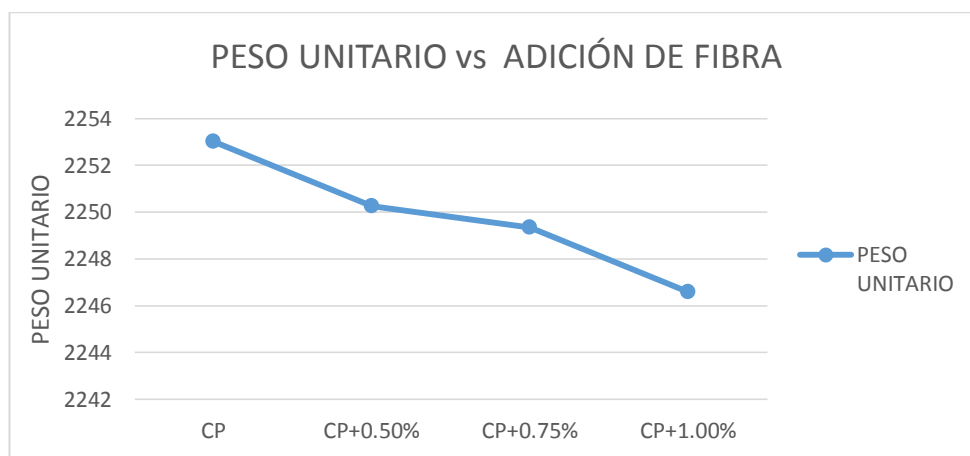
Se obtuvo en laboratorio los siguientes resultados luego de cumplir la normativa vigente del concreto relacionado al tiempo de fragua (NTP 339.046:2013 Concreto y ASTM C 138/C138M). En esta tabla se da a conocer los resultados y las variaciones de comparación entre los concretos adicionados con fibra de Agave Americana L con respecto al concreto que trabajamos como patrón.

**Tabla 15: Resultados de Peso Unitario del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

Concreto	Peso Unitario	Variación
<b>P p<sub>1</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2$ )	2253.01	
<b>P p<sub>2</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%F_{AAL}$ )	2250.26	-0.12%
<b>P p<sub>3</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\% F_{AAL}$ )	2249.34	-0.16%
<b>P p<sub>4</sub></b> ( $f'c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\% F_{AAL}$ )	2246.58	-0.29%

Según los parámetros encontrados para concretos normales (ver el 2.2.3.3), todos los resultados obtenidos son aceptables.

**Figura 20: Peso Unitario vs Adición de Fibra**



El peso unitario muestra relación con la dosis de fibra adicionada al concreto premezclado. Se puede observar en la Figura N°20, que la relación es directamente proporcional, porque el incremento de la dosis de fibra genera reducción en el peso unitario.

**Figura 21: Variación del peso unitario del concreto premezclado f c=280kg/cm2**



En la figura 21, se muestra disminución del peso unitario a 99.88% del CP280+0.50%, 99.84% del CP280+0.75% y de 99.71% del CP280+1.00%.

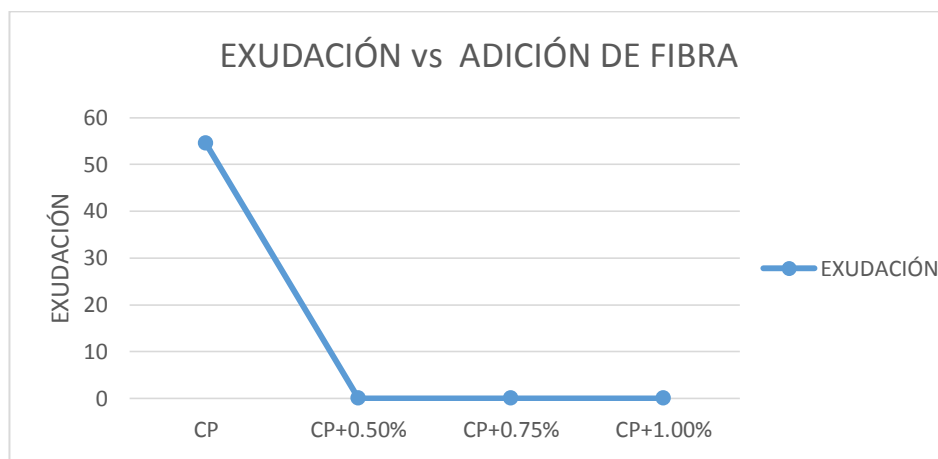
#### 4.1.1.4. EXUDACIÓN:

Se obtuvo en laboratorio los siguientes resultados luego de cumplir la normativa vigente del concreto relacionado al tiempo de fragua (NTP 339.077:2013 Concreto y ASTM C 323-1999). En esta tabla se da a conocer los resultados y las variaciones de comparación entre los concretos adicionados con fibra de Agave Americana L con respecto al concreto patrón.

**Tabla 16: Resultados de Exudación del concreto f c=280kg/cm2**

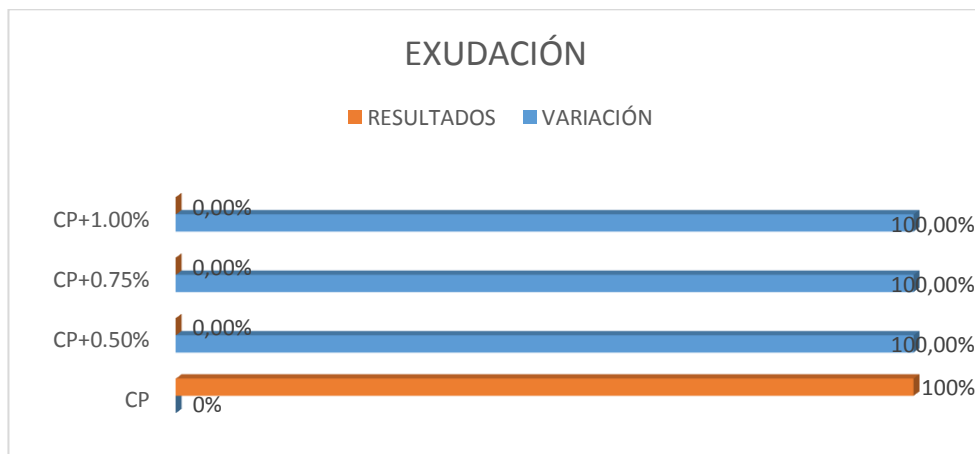
Concreto	Exudación (ml)	Variación
<b>P p<sub>1</sub></b> (f'c=280kg/cm <sup>2</sup> )	54.5	
<b>P p<sub>2</sub></b> (f'c=280kg/cm <sup>2</sup> + 0.50%F <sub>AAL</sub> )	0	-100%
<b>P p<sub>3</sub></b> (f'c=280kg/cm <sup>2</sup> + 0.75% F <sub>AAL</sub> )	0	-100%
<b>P p<sub>4</sub></b> (f'c=280kg/cm <sup>2</sup> + 1.00% F <sub>AAL</sub> )	0	-100%

**Figura 22: Exudación vs Adición de Fibra**



Como se muestra en la figura 22, el concreto premezclado con el hecho de adicionar fibras de Agave Americana L, no exuda.

**Figura 23: Variación del exudación del concreto premezclado f c = 280 kg/cm2**



En el caso de la exudación se observa en la figura 23, que con la adición de fibras de Agave Americana L al concreto premezclado  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto no exuda, por lo que se concluye que las fibras retienen agua del concreto.

## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se observa en el análisis de resultados, de cada una de las propiedades del concreto premezclado  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco, sufrieron variación, dependiendo de la proporción de fibra de Agave Americana L adiciona al concreto.

**Tabla 17: Resumen de resultados obtenidos y variación**

	<b>P p<sub>1</sub></b> (f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> )	<b>P p<sub>2</sub></b> (f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.50%F <sub>AAL</sub> )	<b>P p<sub>3</sub></b> (f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.75% F <sub>AAL</sub> )	<b>P p<sub>4</sub></b> (f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> + 1.00% F <sub>AAL</sub> )
Asentamiento	4 ½"	3 ½"	2 ½"	1 ½"
Variación		-22.22%	-44.44%	-66.67%
Contenido de aire	2.2	2.5	3.0	3.2
Variación		+13.64%	+36.36%	+45.45%
Peso Unitario	2253.01	2250.26	2249.34	2246.58
Variación		-0.12%	-0.16%	-0.29%
Exudación	54.5	0	0	0
Variación		-100%	-100%	-100%

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis general que con la adición de fibras de Agave Americana L se alterarán las propiedades del concreto premezclado  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco, en San Carlos - Huancayo 2017:

Según dosis de adición de fibra de Agave Americana L, genera reducción en el asentamiento, ya que, a mayor contenido de fibra, la reducción es mayor. Se debe a la pérdida de agua de mezclado. Además, dicha pérdida puede afectar a la relación agua/cemento, trabajabilidad y la resistencia en estado endurecido.



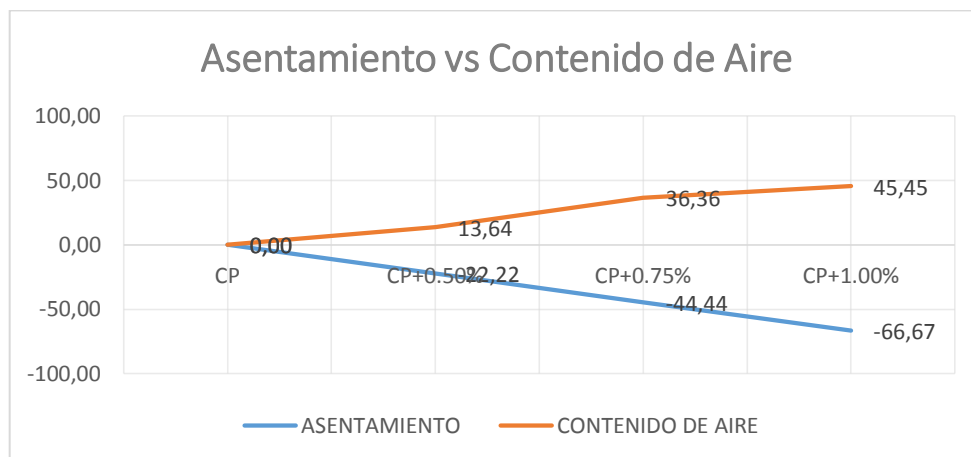
El contenido de aire en el concreto premezclado con adición de fibra de Agave Americana L, se va incrementando a medida que aumenta la dosis de adición de fibra, lo cual puede afectar en las características en estado endurecido, exactamente en la resistencia del concreto, ya que para disminuir este porcentaje en la colocación requerirá proceso de vibración.

El peso unitario se reduce con la adición de fibra de Agave Americana L, debido a que el peso específico de la fibra es menor a los otros componentes del concreto.

En el caso de la exudación, con la adición de la fibra de Agave Americana L, el concreto no exuda, parece que las fibras retienen agua del concreto.

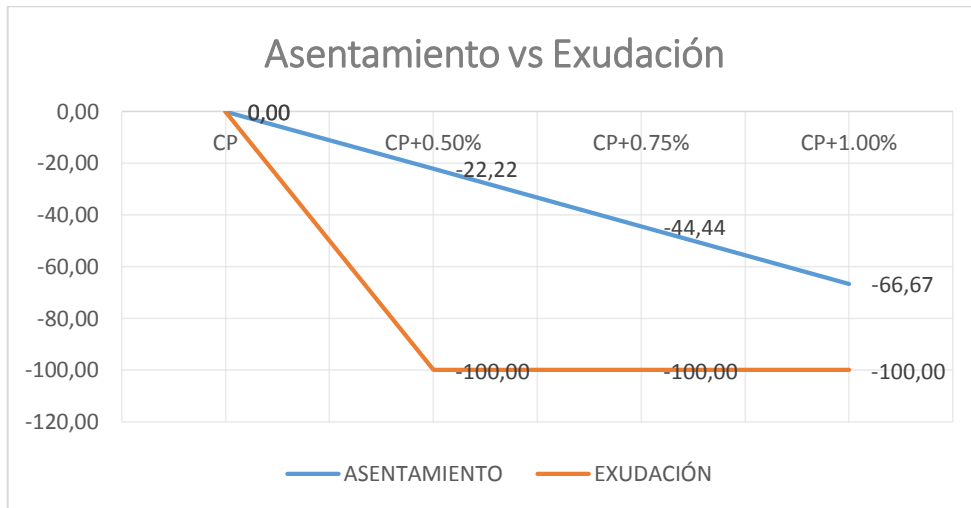
Se observa claramente en la figura 24, que a mayor asentamiento menor contenido de aire en el concreto premezclado.

**Figura 24: %Variación Asentamiento vs Contenido de aire**



Asociado a la pérdida de asentamiento se ve minimizado el proceso de exudación, como muestra la figura 25.

**Figura 25: % Variación Asentamiento vs Exudación**



## CONCLUSIONES

1. Se ha identificado que la adición de fibra de Agave Americana L ha reducido las propiedades en estado fresco del concreto premezclado  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  habiéndose obtenido resultados en general por debajo de las propiedades de un concreto simple, por lo cual tenemos un material ecológico, pero desventaja sobre un concreto normal.
2. La fibra de Agave Americana L reduce proporcionalmente el peso unitario del concreto debido a que desplaza insumos del concreto con mayor peso específico, lo cual sería una ventaja si queremos aligerar el peso de las estructuras, y lo contrario en elementos estructurales que trabajan por gravedad.
3. Un efecto que se presenta desde las dosificaciones más bajas de adición de fibra de Agave es que reduce el asentamiento de la mezcla, ya que la fibra de Agave Americana L absorbe la humedad de la mezcla además de ello por sus características de rugosidad la fricción entre la fibra y los demás componentes influyen en la disminución del asentamiento.
4. Asociado a la pérdida de asentamiento y con ello la trabajabilidad se ve minimizado el proceso de exudación, como se mencionó por la absorción del agua de mezclado de las fibras de Agave Americana L, lo cual implica que debe tenerse muy presente las medidas adecuadas de curado inmediato debido a los resultados que indican la falta de humedad superficial que impida la deshidratación en edad temprana del concreto.

## RECOMENDACIONES

1. Al ser la exudación la primera línea de protección para evitar la deshidratación del concreto, teniendo un concreto que no exuda, se sugiere iniciar el proceso de curado inmediatamente después de haber iniciado el fraguado.
2. Con cada proporción de incremento de fibra de Agave Americana L., se tiene un menor slump, lo cual podría perjudicar directamente a la trabajabilidad del concreto, por lo que se sugiere reajustar la relación agua/cemento en función a la proporción de fibra a adicionar a la mezcla del concreto o corregir el agua en función del porcentaje de absorción que tengan las fibras de Agave Americana L. previamente tratadas.
3. La presente investigación debe ser complementada con un estudio de las propiedades del concreto con adición de las fibras de Agave Americana L en estado endurecido, análisis de fisuras por contracción plástica, estudios químicos y de biodegradabilidad de la fibra para aceptar o descartar su empleo como alternativa

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ríos González, Eduardo. "Empleo de la ceniza de bagazo de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto hidráulico". Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Veracruzana, México, 2011
- Global Invasive Species Database (2017) "Perfil de la especie: Agave americana". Descargado desde <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1664> el 13-09-2017.
- Juan Carlos Ochoa, Medellín 2014 – Universidad Nacional de Colombia  
<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/concretos-reforzados-con-fibras-vegetales-alternativa-para-construir.html>
- Sandra Liliana Quintero García, Luis Octavio González Salcedo; (2006) "Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto". A.M. Neville – "Tecnología del concreto" México – 1977.
- C.A.Juarez Alvarado – "Concretos Base Cemento Portland Reforzados con Fibras Naturales (AGAVE LECHUGUILLA), como Material para Construcción en México", Para Optar Al Título De Ingeniero Civil - México – 2002.
- Torre Carrillo, Ana (2004). "Curso básico de tecnología del concreto. Lima". Rivva López, Enrique (2010). "Materiales para el concreto" (2da .ed.). Lima: ICG.
- Rivva López, Enrique (2010). "Diseño de mezclas" (1ra.ed.). Lima: ICG.
- Pasquel Carbajal, Enrique (1998). "Tópicos de tecnología del concreto" (2da.ed.). Lima.
- Juárez, C., Rodríguez, P. y Rivera, R. (2003). "Uso de las Fibras Naturales de Lechuguilla como Refuerzo en el Concreto". Ciencia UANL – Universidad Autónoma de Nuevo León, VI (004), 465-476.
- Rivera- Rivera, Carlos Javier (2016). "Aporte del Agave Americana a los servicios ecosistémicos en la comunidad campesina de Joras – Ayabaca – Piura, Perú". Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Ivala Espinoza, Carlos Max (2018). "Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f_c=245$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Huancayo 2017". Universidad Continental.
- Soukup, J. 1970. "Vocabulario de los nombres vulgares de la Flora Peruana y Catálogo de los géneros". Editorial Salesiana. Lima.
- NTP - 334.009:2013. CEMENTOS. "Cementos Portland. Requisitos". 5ª Edición Lima: INDECOPI, 2013.
- NTP - 339.035:2009. HORMIGÓN (CONCRETO). "Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland". 3ª Edición Lima: INDECOPI, 2009.
- NTP - 339.036:2011. CONCRETO. "Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco". 3ª Edición Lima: INDECOPI, 2011.

- NTP - 339.046:2013. (CONCRETO). “Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)”. 2ª Edición Lima: INDECOPI, 2013.
- NTP - 339.077:2013. CONCRETO. “Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto”. 3ª Edición Lima: INDECOPI, 2013.
- NTP - 339.081:2011. CONCRETO. “Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del concreto fresco”. 2ª Edición Lima: INDECOPI, 2011.
- NTP - 339.082:2011. CONCRETO. “Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración”. 3ª Edición Lima: INDECOPI, 2011.
- NTP - 339.088:2006. HORMIGÓN (CONCRETO). “Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland”. Requisitos. 2ª Edición Lima: INDECOPI, 2006.
- NTP - 339.184:2013. CONCRETO. “Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto”. 2ª Edición Lima: INDECOPI, 2013.
- Serie del trabajador del concreto, fundamentos del concreto - American Concrete Institute 211.1 – CCS-OS (16).
- ASTM C94/C94M – 04 Standard Specification for Ready-Mixed Concrete.
- César A. Juárez Alvarado, Patricia Rodríguez López, Raymundo Rivera Villareal, Ma. De los Ángeles Rechy de Von Roth (2003), Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México; “Uso de las fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en el concreto”
- Sandra Liliana Quintero García, Luis Octavio González Salcedo (2006), Ingeniería & Desarrollo, Universidad del Norte, Colombia; “Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto”.
- Jairo Alexander Osorio Saraz, Fredy Varón Aristizabal, Jhonny Alexander Herrera (2007), Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia; “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar”.
- Sandra Pinzón Galvis (2013), Universidad Piloto de Colombia – Seccional Alto Magdalena, Colombia; “Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique”.
- Daniela Yajaira Briseño Sánchez (2016), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador; “Análisis del comportamiento a flexión de vigas reforzadas con fibra de cabuya”.
- Pedro Antonio García Aymar (2007), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú; “Verificación de la Dosificación de Fibras Sintéticas para Neutralizar las Fisuras Causadas por Contracción Plástica en el Concreto”.
- Nelva Elizabeth Villanueva Monteza (2016), Universidad Privada del Norte, Lima, Perú; “Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto”.
- Kattia Ybeth Huánuco Albornoz (2017), Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú; “Evaluación de la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto de 210° reforzado con fibra de lechuguilla”

Carlos Max Ivala Espinoza (2018), Universidad Continental, Huancayo, Junín, Perú; “Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=245$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Huancayo 2017”.

Florez Leon, Franklin y Limpe Zevallos, Yésica (2018), Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Cusco, Perú; “Influencia de la fibra de maguey (furcracea andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, Cusco – 2018”.

Jorge Luis Nishihara Alcocer (2019), Universidad Ricardo Palma; “Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave Americana L. Caso: vías urbanas San Carlos – Huancayo”.

## **ANEXOS**



# ANEXO A-1

## INFORMACIÓN TÉCNICA DEL CEMENTO TIPO I



### INFORME DE CALIDAD

MARCA: Andino Tipo I  
 TIPO DE CEMENTO: Portland Tipo I Fecha:  
 ESPECIFICACIÓN VIGENTE: ASTM C-150 1a. Quincena de Octubre de 2017  
 NTP 334.069

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

PRUEBAS FÍSICAS:	Result. Ensayo	Spec. Límite	ANÁLISIS QUÍMICO:	Result. Ensayo	Spec. Límite	
1) Superficie específica (BLAINE)	cm <sup>2</sup> /gr.	2800 Mín.	1) Pérdida por Ignición	1.42	% 3.00 Máx.	
			2) Residuo Insoluble	0.72	% 0.75 Máx.	
2) Tiempo de fraguado (VICAT)	Mínuto		3) Óxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	20.50	% ---	
	INICIAL	45 Mín.	4) Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.95	% ---	
	FINAL	375 Máx.	5) Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.43	% ---	
3) Expansión Autoclave	%	0.8 Máx.	6) Óxido de Calcio (CaO)	64.37	% ---	
			7) Óxido de Magnesio (MgO)	1.71	% 6.0 Máx.	
4) Contenido de Aire, en volumen	%	5.08	7) Calibre	1.08	% ---	
		12 Máx.	8) Trisido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	2.78	% 3.0 Máx.	
			10) Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	0.06	% ---	
			11) Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.62	% ---	
5) Resistencia a la compresión			<u>FASES MINERALES/ÓXIDOS SORDOS/ROQUE</u>			
	Mpa	(lb/pulg <sup>2</sup> )	Mpa	SILICATO TRICÁLCICO (C <sub>3</sub> S)	55.76	% ---
a 3 Días	26.13	3800	12.0 Mín.	SILICATO DICÁLCICO (C <sub>2</sub> S)	16.72	% ---
a 7 Días	32.55	4730	19.0 Mín.	ALUMINATO TRICÁLCICO (C <sub>3</sub> A)	7.31	% ---
a 28 Días*	43.05	6260	---	FERRALUMINATO TETRACÁLCICO (C <sub>4</sub> AF)	10.43	% ---
6) Densidad	(gr/cm <sup>3</sup> )	3.15				

#### REQUISITOS OPCIONALES

7) Falso Fraguado, penetración final	%	90.00	50 Mín.	ALCALIS EQUIVALENTES	0.47	% 0.60 Máx.
8) Resistencia a sulfatos				Calor de Hidratación a 7 días	78.12	cal/g
Expansión a 180 días	%	0.883	0.1 Máx.	Calor de Hidratación a 28 días	78.73	cal/g

\*Corresponde a la primera quincena de setiembre de 2017

FORMATO UCC-20-1000-004-04

Ing. Hernán La Jara S.  
División Química

Fuente: UNACEM

## ANEXO A-2

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LA FIBRA DE AGAVE AMERICANA L.

Fecha Ensayo	02/10/2017	Formato de Ensayo	JVA-EM-C05
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LAS FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L.</b>			
ASTM C 128-2012 (adaptación)			
NTP 400.022-2013 (adaptación)			



#### 1. Datos Preliminares del Material a Ensayar




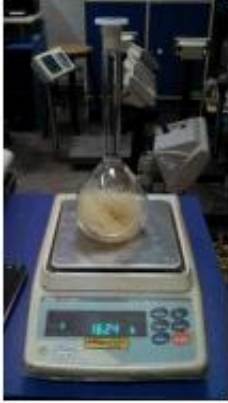





Id. Lote de Muestra	L - 07/10
Fecha de Ensayo	02/10/2017
Material o Artículo a Ensayar	Hilos (Fibras)
Tipo de Material	Vegetal
Nombre Técnico de Material o Artículo a Ensayar	Agave Americana L.
Procedencia u Origen del Material	Mito - Concepción - Perú

#### 2. Datos del Ensayo de Peso Especifico y Absorción

DATOS E IDENTIFICACIÓN DE CÁLCULOS	UNIDAD	M -01	M -02	M -03
Peso del picnómetro (matríz) vacío [A]	(gr)	155.20	153.50	152.60
Peso del picnómetro (matríz) aforado con agua [B]	(gr)	651.50	650.00	649.60
Peso del picnómetro (matríz) con la muestra SSS [C]	(gr)	162.40	160.60	160.60
Peso del picnómetro (matríz) aforado con la muestra SSS y con agua [D]	(gr)	652.90	651.30	651.00
Peso de recipiente limpio y seco [X]	(gr)	64.31	65.60	61.63
Peso del recipiente con la muestra seca al horno [Y]	(gr)	69.31	70.60	66.63
<b>CÁLCULO DE DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) SECA AL HORNO [G.E]</b>				
$G.E. = (Y-X) / (B+(C-A)-D)$		0.862	0.862	0.758
<b>CÁLCULO DE DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA [G.E<sub>SSS</sub>]</b>				
$G.E_{SSS} = (C-A) / (B+(C-A)-D)$		1.241	1.224	1.212
<b>CÁLCULO DE DENSIDAD RELATIVA APARENTE (GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE) [G.E.A.]</b>				
$G.E.A. = (Y-X) / (B+(Y-X)-D)$		1.389	1.351	1.389
<b>CÁLCULO DE ABSORCIÓN (% ABS)</b>				
$\% ABS = ((C-A)-(Y-X)) / (Y-X)$	%	44.0%	42.0%	60.0%


#### 4. Anexo Fotográfico

IDENTIFICACIÓN	M -01	M -02	M -03
Peso del recipiente con la muestra seca al horno [Y]			

IDENTIFICACIÓN	M -01	M -02	M -03
<p>Peso del picnómetro (matraz) aforado con agua [B]</p>			
<p>Peso del picnómetro (matraz) con la muestra SSS [C]</p>			
<p>Peso del picnómetro (matraz) aforado con la muestra SSS y con agua [D]</p>			

**ANEXO A-3**

**INFORME DE ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LA FIBRA DE AGAVE AMERICANA L**



**QualityLab**  
TEXTILE AND LEATHER TESTING LABORATORY

<b>N° INFORME DE ENSAYO N° 35434</b>	
<b>FECHA</b>	: 23 DE OCTUBRE DEL 2017
<b>SOLICITANTE</b>	: <b>JORGE LUIS NISHIHARA ALCOCER</b> Dirección : Jirón Huancas N° 709 - Huancayo - Junín - Perú
<b>MUESTRA</b>	: <b>HILOS</b> Descripción declarada por el solicitante: Artículo : HILO Fibra : VEGETAL Tipo : AGAVE AMERICANA L Color : MARRON JASPEADO Lote : 07 - Oct Recepción : 19/10/2017 Ensayo : 20/10/2017 Inf. Previo : -
<b>ENSAYOS SOLICITADOS</b> : 1. Resistencia de Hilos - ASTM D 2256 2. Título de Hilo - ASTM D 1059 3. Espesor de Hilos - ASTM D 885	

ENSAYO	RESULTADO												
<b>1. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE HILOS</b> Método : ASTM D 2256 / D 2256 M / 10 e1 Configuración : A - Especimen Recto Especímenes : Acondicionados, 250 mm Equipo : Micro-CX Universal Tester, CRE Mordazas : Mordaza Plana - PST2 - Neumática	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROPIEDADES</th> <th>PROMEDIO</th> <th>MAXIMO</th> <th>MINIMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FUERZA Kgf</td> <td>0.351</td> <td>0.691</td> <td>0.137</td> </tr> <tr> <td>ELONGACIÓN %</td> <td>21.1</td> <td>43.2</td> <td>7.8</td> </tr> </tbody> </table>	PROPIEDADES	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	FUERZA Kgf	0.351	0.691	0.137	ELONGACIÓN %	21.1	43.2	7.8
PROPIEDADES	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO										
FUERZA Kgf	0.351	0.691	0.137										
ELONGACIÓN %	21.1	43.2	7.8										
<b>2. TÍTULO DE HILO</b> Método : ASTM 1059 Equipo : Regla de Longitud, Balanza	TÍTULO : 199.2 / 1 dTex ( Promedio ) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Espécimen</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>dTex</td> <td>208.58</td> <td>200.33</td> <td>191.10</td> <td>196.64</td> </tr> </tbody> </table>	Espécimen	1	2	3	4	dTex	208.58	200.33	191.10	196.64		
Espécimen	1	2	3	4									
dTex	208.58	200.33	191.10	196.64									
<b>3. ESPESOR DE HILOS</b> Método : ASTM D 885 / D 885 M - 10a (2014) e1 Ítem 31 Presión : 25 Kpa Diámetro del yunque : 10 mm	ESPESOR : 0.103 mm ( 102.8 µm )												

**Disposiciones y Normativas :**

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- La muestra fue acondicionada de acuerdo a ASTM D 1776.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra ensayada.
- El informe incluye los test solicitados basados en la información que nos fue proporcionada.

Av. Canadá N° 1346 - La Victoria - Lima - Perú  
 Tel : ( 511 ) 224 7107 - 225 1823 - 225 1768 - www.qualitylabperu.com

Página 1 de 3



**QualityLab**  
TEXTILE AND LEATHER TESTING LABORATORY

Nº INFORME DE ENSAYO Nº 35434

Disposiciones y Normativas :

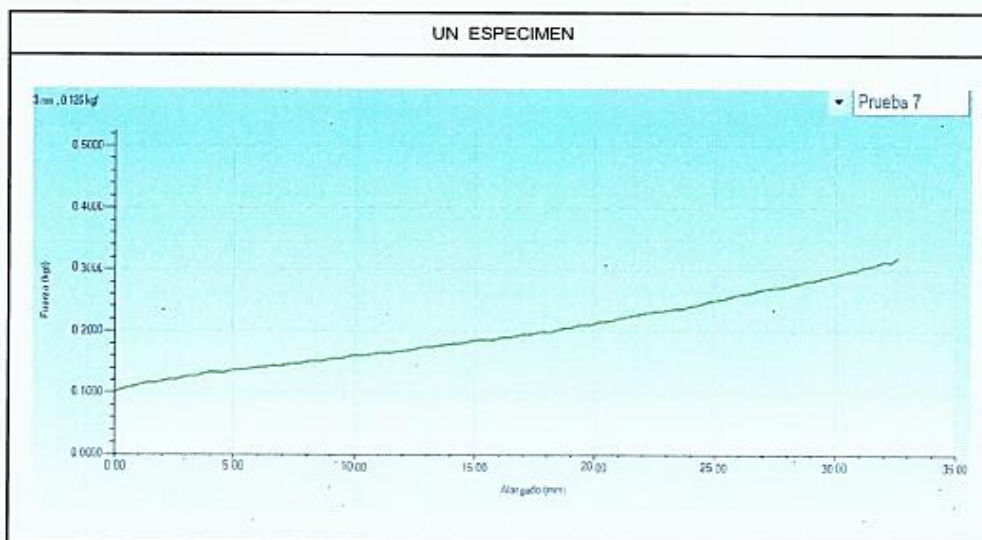
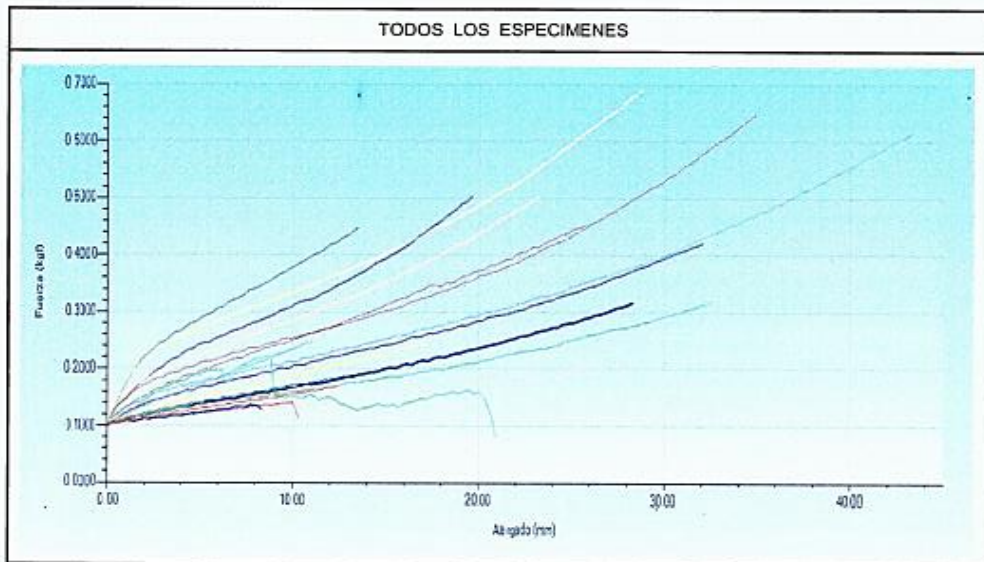
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este informe.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarla deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad, ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.

Yolanda Wong  
Gerente Técnico

JPC

FIN DEL Nº INFORME DE ENSAYO Nº 35434

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.



Fuente: Tesis de postgrado Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave Americana L. – Jorge Nishihara Alcoser.

ANEXO A-4

INFORME DE ENSAYOS DE AGREGADOS

UNICON PROFESIONALES EN CONCRETO		GID-LA-R-008			INFORME DE ENSAYO DE AGREGADOS		Pag 1 de 1	
N° SOLICITUD :				INSPECCIÓN :	2289			
MUESTRA :	AGREGADO FINO			FECHA DE RECEPCIÓN :	27/07/2017			
PROCEDENCIA :	CANTERA COPROSA			FECHA DE ENTREGA :	28/08/2017			
	PLANTA HUANCAYO			ANALISTA / TÉCNICO :	R.II / T.P			
PETICIONARIO :	ALCI - PROVINCIA							
GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS			
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA		3.26	
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO		----	
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO		2.56	
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS		2.61	
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCION		1.88	
1"		0.0	0.0	100.0	% PASANTE DE MALLA # 200		4.8	
3/4"		0.0	0.0	100.0	% ABRASIÓN Los Angeles		----	
1/2"		0.0	0.0	100.0	% EQUIVALENTE DE ARENA		----	
3/8"		0.0	0.0	100.0	% PARTICULAS FRIABLES		----	
# 4	28.0	3.6	3.6	96.4	Y TERRONES DE ARCILLA		----	
# 8	194.8	25.4	29.0	71.0	% PARTICULAS LIGERAS		----	
# 16	165.8	21.6	50.6	49.4	% INALTERABILIDAD		5.9	
#30	138.0	18.0	68.6	31.4	por medio de sulfato de magnesio			
#50	107.2	14.0	82.6	17.4	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)		1681	
#100	67.9	8.8	91.4	8.6	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)		1856	
#200	28.9	3.8	95.2	4.8	CARACTERISTICAS QUIMICAS			
Fondo	37.1	4.8	100.0	0.0	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)		133	
TOTAL	767.7	100.0	MODULO FINEZA	3.26	SULFATOS SOLUBLES (ppm)		----	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)		3	
					IMPUREZAS ORGANICAS		NO CONTIENE	
					% HUMEDAD		2.38	
					VALOR AZUL		----	

Revisado por: Ing. Patricia Chumpias  
Jefe de Laboratorio  
Unión de Concretas S.A.

GID-LA-R-008  
Rev.00

Fuente: UNICON

UNICON PROFESIONALES EN CONCRETO		GID-LA-R-008			INFORME DE ENSAYO DE AGREGADOS		Pag 1 de 1						
N° SOLICITUD :				INSPECCIÓN :				2290					
MUESTRA :				AGREGADO GRUESO HUSO 67				FECHA DE RECEPCIÓN :		27/07/2017			
PROCEDENCIA :				CANTERA COPROSA				FECHA DE ENTREGA :		28/08/2017			
				PLANTA HUANCAYO									
PETICIONARIO :				ALCI - PROVINCIA				ANALISTA / TÉCNICO :				R.H / T.P	
GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS								
MACA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL	% PASANTE ACUMUL	MODULO DE FINEZA	6.50							
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MAXIMO	3/4"							
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	2.61							
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	2.64							
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCION	0.95							
1"		0.0	0.0	100.0	% PASANTE DE MALLA # 200	0.86							
3/4"	42.5	0.6	0.6	99.4	% ABRASIÓN Los Angeles	---							
1/2"	2620.6	35.0	35.5	64.5	% EQUIVALENTE DE ARENA	---							
3/8"	1706.4	22.8	58.3	41.7	% PARTICULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	---							
# 4	2766.7	36.9	95.2	4.8	% PARTICULAS LIGERAS	---							
# 8	271.7	3.6	98.9	1.1	% INALTERABILIDAD	7.1							
# 16	16.5	0.2	99.1	0.9	por medio de sulfato de magnesio								
# 30	3.7	0.0	99.1	0.9	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	1417							
# 50	4.5	0.1	99.2	0.8	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	1528							
# 100	10.3	0.1	99.3	0.7	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS								
fondo	49.3	0.7	100.0	0.0	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	56							
					SULFATOS SOLUBLES (ppm)	---							
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	2							
					% PARTICULAS CHATAS	---							
					% PARTICULAS ALARGADAS	---							
					%HUMEDAD	0.3							
TOTAL	7492.2	100.0	MODULO FINEZA	6.50									

Revisado por:

*Ing. Patricia Chumpitaz*  
Jefa de Laboratorio  
Unicon Concrete S.A.

GID-LA-R-008  
Rev.00

Fuente: UNICON




**ANEXO A-5**

**INFORME DE ENSAYOS DEL AGUA**

<b>UNICON</b> PROFESIONALES EN CONCRETO	GID-LA-R-007	<b>INFORME DE ENSAYOS QUÍMICOS</b>	Pág 1 de 1
---	--------------	--	------------

SOLICITUD : 2292  
 TIPO DE MUESTRA : AGUA DE PRODUCCIÓN  
 PROCEDENCIA : PLANTA HUANCAYO  
 METODO DE ENSAYO : VARIOS  
 SOLICITADO POR : ALCI - PROVINCIA  
 FECHA RECEPCIÓN : 27/07/2017  
 FECHA DE ENTREGA : 28/08/2017  
 ANALISTA : R.H

ENSAYO	AGUA	Límite Permisible	REFERENCIA METODO
Residuos sólidos totales (ppm)	583.0	5000 Max	NTP 339.071
Contenido de sulfatos (ppm)	132.5	1000 Max	NTP 339.074
Contenido de cloruros (ppm)	34.5	1000 Max	NTP 339.076
pH 23.1 °C	7.8	5,5 Min	NTP 339.073
Alcalinidad 23.5 °C (ppm)	377.8	1000 Max	ASTM D 1067

  
 Ing. Patricia Chumpitaz  
 Jefa de Laboratorio  
 Unión de Concreteras S.A.

GID-LA-R-007

Fuente: UNICON

## ANEXO A-6

### CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD DE ADITIVOS.



CERTIFICADO CONTROL DE CALIDAD		
PRODUCTO:	MASTERRHEOBUILD 1000 (LITROS)	
LOTE:	PE-00913-R17	VENCE: NOVIEMBRE 2018
FECHA:	12 JUNIO 2017	
EL PRODUCTO CUMPLE CON TODOS LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS		
PARAMETRO	LOTE	ESPECIFICACIONES
ASPECTO FISICO	Líquido	Líquido
COLOR	Café oscuro	Café oscuro - negro
DENSIDAD	1.21	Min: 1.20 Max: 1.22 g/mL (24.0 - 26.0°C)
%RESIDUO SOLIDO	40.45	Min: 39.00 Max: 41.00 (Lamp., 1g, 130°C)
%RESIDUO INSOLUBLE	0.50	Max: 0.50 (Vol.)
Los datos facilitados solamente reflejan los resultados de los controles realizados sobre una muestra representativa. La empresa no se hace responsable por el uso que se haga del producto y/o de la información suministrada. La calidad de nuestros productos está garantizada bajo nuestras Condiciones Generales de Venta. BASF Construcción Chemicals Peru S.A. cuenta con certificación ISO 9001 y 14001.		

**Katia Rider Pérez-León**  
Coordinador de Calidad, Desarrollo  
de Productos & Aplicación Técnica

BASF Construction Chemicals Peru S.A.  
Jr. Plácido Jiménez N° 630 Lima Cercado  
Teléfono: 219-0630 Fax: 219-0650

**MASTER®**  
**BUILDERS**  
SOLUTIONS

**CERTIFICADO  
CONTROL DE CALIDAD**

PRODUCTO: MASTERSET R 770 (CIL X 205 LTS)  
 LOTE: PE-01261-T17 VENCE: JUNIO 2018  
 FECHA: 14 JUNIO 2017

**EL PRODUCTO CUMPLE CON TODOS LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS**

PARAMETRO	LOTE	ESPECIFICACIONES
ASPECTO FISICO	Líquido	Líquido
COLOR	Marrón	Marrón
DENSIDAD	1.12	Min: 1.10 Max: 1.13 g/mL (24.0 - 26.0°C)
%RESIDUO SOLIDO	27.34	Min: 25.00 Max: 28.00 (Lamp., 1g, 130°C)
%RESIDUO INSOLUBLE	0.01	Max: 0.50 (Vol.)
pH	10.04	Min: 9.50 Max: 12.00 (24.0 - 26.0°C)

Los datos facilitados solamente reflejan los resultados de los controles realizados sobre una muestra representativa.

La empresa no se hace responsable por el uso que se haga del producto y/o de la información suministrada. La calidad de nuestros productos está garantizada bajo nuestras Condiciones Generales de Venta.

BASF Construction Chemicals Peru S.A. cuenta con certificación ISO 9001 y 14001.



**Katia Rider Pérez-León**  
 Coordinador de Calidad, Desarrollo  
 de Productos & Aplicación Técnica.

## CERTIFICADO DE CALIDAD

BUILDING TRUST



El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto SikaAer x 200 L

### 1. ESTADO PERMISIBLE Y RESULTADOS DEL LOTE ANALIZADO:

NÚMERO DE LOTE: 067148 Fabric: 06/12/16 O/P: OP067148

Ensayo	Rango de Aceptación	Resultados
Densidad (Kg/L)	Min: 1.01 - Máx: 1.02	1.02
pH al 10% (agua destilada)	Min: 10.00 - Máx: 11.00	10.04
Sólidos por Desecación (%)	Min: 7.00 - Máx: 11.00	10.00
Análisis Cualitativo por IR	Min: 0.00 - Máx: 0.00	Correcto
Fecha de vencimiento	1 Año	01-2018

### 2. REFERENCIA:

NICC : 9999240 Edición : 1

Este documento es elaborado electrónicamente, por lo tanto tiene validez sin firma.  
Atentamente,

Gari Medina Salvatierra  
Jefe de Laboratorio  
Lurín, 13 de Diciembre 2016


Formato CC-F 13  
Autorizado por: GMS  
Fecha: 27-05-13  
Edición: 2

LA INFORMACIÓN Y EN PARTICULAR LAS RECOMENDACIONES DE ESTA INSTRUCCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA, Y EN PRUEBAS QUE CONSIDERAMOS SEGURAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS. EN LA PRÁCTICA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.), NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, PERJUICIO O PÉRDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PEDIDOS ESTÁN SUJETOS A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS USUARIOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS HOJAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS; CUYAS COPIAS SE ENTREGARÁN A SOLICITUD DEL INTERESADO O A LAS QUE PUEDEN ACCEDER EN INTERNET A TRAVÉS DE NUESTRA PÁGINA WEB [WWW.SIKA.COM.PE](http://WWW.SIKA.COM.PE)

SIKA PERU S.A.  
Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" S/N Mz B Lotes 5 y 6 / Lurín / Lima - Perú  
Telf: +51 1 618 6060 - Fax: +51 1 618 6070 - [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

ANEXO B-1

INFORMACIÓN TÉCNICA DEL CONCRETO PREMEZCLADO


www.unicon.com.pe

**INFORMACIÓN TÉCNICA SOLICITADA**

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Obra: "TESIS"**

**1. DISEÑO CARACTERÍSTICO DEL CONCRETO**


Características	Diseño	Unidades
Resistencia (F <sub>c</sub> )	F <sub>c</sub> = 280kg/cm <sup>2</sup> , con aire incorporado	kg/cm <sup>2</sup>
Agua / Cemento	0.56	-
Tipo de cemento	I	-
Agregado Fino	53	%
Agregado grueso (Huso 67)	47	%
Peso Unitario	2253	kg/m <sup>3</sup>
Slump	6"	Pulg.

**2. TOLERANCIAS DEL CONCRETO**

Propiedad	TOLERANCIAS
	slump de diseño > 4"
Slump (Pulg.)	± 1 1/2" (ASTM C-94)
Agua / Cemento	± 0.02
Tiempo de vida GSI comercial por pérdida de trabajabilidad.	2.5


**3. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS**

Insumo	Precedencia	Especificación
Agregado fino	CANTERA COPROSA	ASTM C 33
Agregado grueso / Huso 67 ASTM	CANTERA COPROSA	ASTM C 33
Cemento Tipo I	Cemento Andino -UNACEM	ASTM C 150
Master Set R 770	BASF PERU	ASTM C 494 Tipo B y D
Master Rheobuild 1000	BASF PERU	ASTM C 494 Tipo A y F
Sika Aer	SIKA PERU	ASTM C 260
Agua	RED PÚBLICA	NTP 339.088




**Ing. Juan Harman Canalle**  
Superintendente de Diseño de Producto y Laboratorio  
Unión de Concreteras S.A.


Unión de Concreteras S.A. Carretera Panamericana Sur Km 11.4 San Juan de Miraflores.  
Central Telefónica: 215-4600 Ventas: 215-4700 Servicio al Cliente: 215-4769  
Ventas: comercial@unicon.com.pe Programación: eac@unicon.com.pe  
Despacho: despacho@unicon.com.pe



Centro  
Nacional  
de Control  
de Calidad  
S.A.



ASOCIACIÓN  
BOLSONERA  
DE INGENIEROS



Fuente: UNICON

ANEXO B-2

GUÍA DE REMISIÓN N°320-0008683: F C = 280 KG / CM2, PLASTIFICADO.

 <p><b>UNION DE CONCRETERAS S.A.</b>          OFICINA PRINCIPAL          CAR. PANAMERICANA SUR KM. 11.400 Z.I. FUNDO EL CHILCAL          SAN JUAN DE MORALES - LIMA - LIMA          TELEFONO: 215-4600 FAX: 215-4600          CENTRAL DE PROGRAMACION Y PEDIDOS          TELEFONO: 215-4700 FAX: 215-4769 NEXTEL: 400-7405 - 400-7404  <b>PLANTA HUANCAYO 3</b>          AV FERROCARRIL SIN CORA 28 ENTRE BRONES HUAYTAPALLANA Y ROSARIO          ANEXO BATAYACU - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN</p>		<p><b>R.U.C. N° 20297543653</b></p> <p><b>GUIA DE REMISION - REMITENTE</b></p> <p><b>N° 320 - 0008683</b></p>	
<p>FECHA INICIO DE TRASLADO: 28/10/2017</p> <p>DOMICILIO DE PARTIDA: AV. FERROCARRIL 2929-EL TAMBO - HUANCAYO</p> <p>DOMICILIO DE DESTINO: Calle Francisca de La Calle 5/N - Huancayo</p>		<p><b>MOTIVO DE TRASLADO</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 1. VENTA</p> <p><input type="checkbox"/> 2. VENTA SUJETA A CONFIRMACION DEL COMPRADOR</p> <p><input type="checkbox"/> 3. COMPRA</p> <p><input type="checkbox"/> 4. CONSIGNACION</p> <p><input type="checkbox"/> 5. DEVOLUCION</p> <p><input type="checkbox"/> 6. TRASLADO ENTRE ESTABLECIMIENTOS DE UNA MISMA EMPRESA</p> <p><input type="checkbox"/> 7. TRASLADO DE BIENES PARA TRANSFORMACION</p> <p><input type="checkbox"/> 8. RECOJO DE BIENES TRANSFORMADOS</p> <p><input type="checkbox"/> 9. TRASLADO POR EMSOR ITNERANTE DE COMPROBANTES DE PAGO</p> <p><input type="checkbox"/> 10. OTROS: _____</p>	
<p>DESTINATARIO</p> <p>NOMBRE Y/O RAZON SOCIAL:</p> <p>R.U.C. N°:</p> <p>UNIDAD DE TRANSPORTE / CONDUCTOR</p> <p>PLACA VEHICULO N°: C3C-709</p> <p>LICENCIA DE CONDUCIR N°: H30571607</p> <p>CERTIFICADO DE INSCRIPCION N°: 151215660</p> <p>TRANSPORTISTA</p> <p>NOMBRE: UNION DE CONCRETERAS S.A</p> <p>R.U.C.: 20297543653</p> <p>COMPROBANTE DE PAGO:</p>		<p>DNI: Davylla Velarde, Jack Elishan</p> <p>MARCA: CANIC</p> <p>N° INTERNO: 10625</p> <p>COSTO MINIMO DEL TRANSPORTE: _____</p>	
<p>CODIGO</p> <p>1280E67B</p>	<p>DESCRIPCION</p> <p>f'c = 280 kg/cm2, T-1, PH 57, c/aire, Plastificado</p> <p>RECINTO: 2759015</p> <p>BOMBA: NO ESTRUCTURA: losa</p> <p>PLANTA: 06</p> <p>GUIA: 320-0008683</p> <p><b>UNICON</b> Profesionales en concreto®</p>	<p>CANT</p> <p>7.00</p> <p>Siete</p>	<p>UNIDAD MEDIDA</p> <p>M3</p>
<p>HORA DE SALIDA: 06:41</p> <p>TOMA DE MUESTRAS:</p> <p>PROBETAS A LABORATORIO:</p> <p>CODIGO DE ADITIVO:</p>	<p>HORA DE LLEGADA: 07:03</p> <p>TOTAL DE PROBETAS:</p> <p>TIPO ESTRUCTURA:</p> <p>VOLUMEN ADITIVO:</p>	<p>RECIBIDO POR: </p> <p>FIRMA: </p> <p>NOMBRE: <u>Upeleta Antezco</u></p> <p>DNI: <u>86742222</u> FECHA: _____</p> <p>UNION DE CONCRETERAS S.A. DESTINATARIO</p>	

Fuente: UNICON

### ANEXO B-3

#### DISEÑO DE MEZCLA EQUIVALENTE

##### CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

Resistencia	$f_c =$	280	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación	$a/c =$	0.56		±0.02
Tipo de cemento	I		PU =	1525 kg/m <sup>3</sup>
			PE =	3125 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	53	%		
Agregado Grueso (Huso 67)	47	%		
Peso Unitario	2253	kg/m <sup>3</sup>		
Slump (ASTM C-94)	6	Pulg.	± 1 1/2"	
Fibra de Agave			PE =	0.91 Kg/m <sup>3</sup>

##### CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS

Agregado Fino	Cantera Coprosa	ASTM C33		
Agregado Grueso / Huso 67 ASTM	Cantera Coprosa	ASTM C33		
Cemento Tipo I	Cemento Andino	ASTM C150		
Master Set R770	Basf Perú	ASTM C494	Tipo B y D	PE 1.27
Master Rheobuild 1000	Basf Perú	ASTM C495	Tipo A y F	PE 1.17
Sika Aer	Sika Perú	ASTM C260		PE 1.01
Agua	Red Pública	NTP 339.088		

PROPIEDADES	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1681	1417
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1856	1528
% Pasante de malla #200	4.8	0.86
Peso específico SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2610	2640
Peso específico seco (kg/m <sup>3</sup> )	2560	2610
Módulo de fineza	3.26	6.5
Tamaño Máximo	-	3/4"
% abs	1.88	0.95
% w	2.38	0.3

	$F_c =$	280	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa		
$f_c < 21$	$f_{cr} = f_c + 7.0$		
$21 \leq f_c \leq 35$	$f_{cr} = f_c + 8.5$	$F_{cr} =$	365 kg/cm <sup>2</sup>
$f_c > 35$	$f_{cr} = 1.1 f_c + 5.0$		

## DISEÑO TEÓRICO

	Peso (Kg)	Volumen (m3)	%w - CH		Absorción	
Agua	193.00	0.1930		23.70		24.49
Aire		0.0350				
Cemento	344.64	0.1103				
Agregado Grueso	808.36	0.3097	0.3000	2.43	0.95	7.68
Agregado Fino	894.09	0.3493	2.3800	21.28	1.88	16.81
Basf-master-1000	2.24	0.0019				
Basf-master-770	0.76	0.0008				
Sika Aer	0.07	0.0001				
	2243.17	1.0000				

## DISEÑO CORREGIDO

	Masa corregida	Volumen
Agua	193.69	0.1937
Aire		0.0251
Cemento	344.64	0.1103
Agregado Grueso	810.79	0.3106
Agregado Fino	915.37	0.3576
Basf-master-1000	2.24	0.0019
Basf-master-770	0.76	0.0008
Sika Aer	0.07	0.0001
	2267.57	1.0000

## ADICIÓN DE FIBRA

Concreto	Dosificación	Dosificación en masa para una tanda de 2 m3 de mezcla de concreto
P p1	(f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.0% FAAL)	0 kg
P p2	(f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.50%FAAL)	8.25 kg
P p3	(f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.75% FAAL)	12.38 kg
P p4	(f c = 280 kg/cm <sup>2</sup> + 1.00% FAAL)	16.50 kg



ANEXO C-1

ASENTAMIENTO DE CONCRETO PREMEZCLADO F C = 280 KG / CM2 CON Y SIN FIBRA.



Universidad  
Continental

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

INVESTIGACIÓN:	COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L PARA LA MEJORA DE SUS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO, SAN CARLOS - HUANCAYO 2017.
INVESTIGADOR:	Gavi J. Mallaupoma Franco
ASESOR:	Julio B. Nakandakare Santana

ENSAYO:	ASENTAMIENTO
---------	--------------

DATOS DE DISEÑO CEMENTO: Tipo I AGUA: Potable FIBRA: AGAVE A. L.

CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup>	
EXPERIMENTACIÓN N°	SLUMP
1	5"
2	4 1/2"
3	4"
SLUMP PROMEDIO	4 1/2"

CONCRETO P. f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> + 0.50%FAAL	
EXPERIMENTACIÓN N°	SLUMP
1	3 1/2"
2	3 3/4"
3	3 1/4"
SLUMP PROMEDIO	3 1/2"

CONCRETO P. f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> + 0.75%FAAL	
EXPERIMENTACIÓN N°	SLUMP
1	2"
2	3"
3	2 1/2"
SLUMP PROMEDIO	2 1/2"

CONCRETO P. f <sub>c</sub> =280kg/cm <sup>2</sup> + 1.00%FAAL	
EXPERIMENTACIÓN N°	SLUMP
1	1 1/2"
2	1"
3	2"
SLUMP PROMEDIO	1 1/2"

OBSERVACIONES:

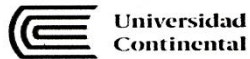
ENSAYO:	ASENTAMIENTO	FECHA:	28/10/2017
---------	--------------	--------	------------



*[Handwritten Signature]*  
FIRMA

ANEXO C-2

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO PREMEZCLADO F C = 280 KG / CM2 CON Y SIN FIBRA.



LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

<b>INVESTIGACIÓN:</b>	COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L PARA LA MEJORA DE SUS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO, SAN CARLOS - HUANCAYO 2017.
<b>INVESTIGADOR:</b>	Gavi J. Mallaupoma Franco
<b>ASESOR:</b>	Julio B. Nakandakare Santana

<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE AIRE
----------------	-------------------

**DATOS DE DISEÑO**    CEMENTO:     AGUA:     FIBRA:

CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280\text{kg/cm}^2$	
EXPERIMENTACIÓN N°	% AIRE
1	2,2
2	2
3	2,3
<b>% AIRE PROMEDIO</b>	<b>2,2</b>

CONCRETO P. $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%FAAL$	
EXPERIMENTACIÓN N°	% AIRE
1	2,5
2	2,5
3	2,4
<b>% AIRE PROMEDIO</b>	<b>2,5</b>

CONCRETO P. $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\%FAAL$	
EXPERIMENTACIÓN N°	% AIRE
1	3
2	3
3	2,9
<b>% AIRE PROMEDIO</b>	<b>3,0</b>

CONCRETO P. $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\%FAAL$	
EXPERIMENTACIÓN N°	% AIRE
1	3,2
2	3,1
3	3,2
<b>% AIRE PROMEDIO</b>	<b>3,2</b>

OBSERVACIONES:

<b>ENSAYO:</b>	CONTENIDO DE AIRE	<b>FECHA:</b>	28/10/2017
----------------	-------------------	---------------	------------



*[Handwritten Signature]*  
FIRMA

ANEXO C-3

PESO UNITARIO DE CONCRETO PREMEZCLADO F C = 280 KG / CM2 CON Y SIN FIBRA.



Universidad  
Continental

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

INVESTIGACIÓN:	COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L PARA LA MEJORA DE SUS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO, SAN CARLOS - HUANCAYO 2017.
INVESTIGADOR:	Gavi J. Mallapoma Franco
ASESOR:	Julio B. Nakandakare Santana

ENSAYO:	PESO UNITARIO
---------	---------------

DATOS DE DISEÑO CEMENTO:  AGUA:  FIBRA:

CONCRETO PREMEZCLADO f c=280kg/cm2					
EXP. N°	Vr (m3)	Mc (kg)	Mr (Kg)	PU (kg/m3)	Promedio
1	0,0073	18,79	2,43	2253,01	2253,01
2	0,0073	18,71	2,35	2253,01	
3	0,0073	18,75	2,39	2253,01	

CONCRETO P. f c=280kg/cm2 + 0.50%FAAL					
EXP. N°	Vr (m3)	Mc (kg)	Mr (Kg)	PU (kg/m3)	Promedio
1	0,0073	18,78	2,43	2251,63	2250,26
2	0,0073	18,68	2,35	2248,88	
3	0,0073	18,73	2,39	2250,26	

CONCRETO P. f c=280kg/cm2 + 0.75%FAAL					
EXP. N°	Vr (m3)	Mc (kg)	Mr (Kg)	PU (kg/m3)	Promedio
1	0,0073	18,77	2,43	2250,255169	2249,34
2	0,0073	18,68	2,35	2248,878023	
3	0,0073	18,72	2,39	2248,878023	

CONCRETO P. f c=280kg/cm2 + 1.00%FAAL					
EXP. N°	Vr (m3)	Mc (kg)	Mr (Kg)	PU (kg/m3)	Promedio
1	0,0073	18,75	2,43	2247,500878	2246,58
2	0,0073	18,66	2,35	2246,123733	
3	0,0073	18,7	2,39	2246,123733	

OBSERVACIONES:

ENSAYO:	PESO UNITARIO	FECHA:	28/10/2017
---------	---------------	--------	------------



*[Handwritten Signature]*  
FIRMA

ANEXO C-4

EXUDACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO F C = 280 KG / CM2 CON Y SIN FIBRA.



Universidad  
Continental

LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

INVESTIGACIÓN:	COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE AMERICANA L PARA LA MEJORA DE SUS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO, SAN CARLOS - HUANCAYO 2017.
INVESTIGADOR:	Gavi J. Mallapoma Franco
ASESOR:	Julio B. Nakandakare Santana
ENSAYO:	EXUDACIÓN

DATOS DE DISEÑO CEMENTO: Tipo I AGUA: Potable FIBRA: AGAVE A. L.

CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280\text{kg/cm}^2$		
EXPERIMENTACIÓN N°	EXUDACIÓN (ml)	Promedio
1	52	54,5
2	57	

CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 0.50\%FAAL$		
EXPERIMENTACIÓN N°	EXUDACIÓN (ml)	Promedio
1	0	0
2	0	

CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 0.75\%FAAL$		
EXPERIMENTACIÓN N°	EXUDACIÓN (ml)	Promedio
1	0	0
2	0	

CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280\text{kg/cm}^2 + 1.00\%FAAL$		
EXPERIMENTACIÓN N°	EXUDACIÓN (ml)	Promedio
1	0	0
2	0	

OBSERVACIONES:

ENSAYO: EXUDACIÓN FECHA: 28/10/2017



*[Handwritten Signature]*  
FIRMA

## ANEXO D

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



#### INFORME DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MT-MP-086-2017

Fecha de Emisión: 2017-09-13

1. SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CONTINENTAL S.A.C.  
DIRECCIÓN : Av. San Carlos N° 1980 Urb. San Antonio, Huancayo - Huancayo - JUNIN.
2. EQUIPO / INSTRUMENTO : BALANZA
- Marca : AND  
Modelo : GX-32K  
N° de Serie : 14905255  
Código de Identificación : NO INDICA  
Capacidad : 31000 g  
División de Escala / Resolución : 0,1 g  
Ubicación : LABORATORIO DE PAVIMENTOS Y SUELOS.  
Fecha de Mantenimiento Preventivo : 2017-09-05

#### 3. DETALLE DEL MANTENIMIENTO REALIZADO:

- Limpieza y mantenimiento a componentes electrónicos de la tarjeta.
- Limpieza de la estructura externa del equipo.
- Revisión y ajuste de la celda de carga.
- Verificación del buen funcionamiento del equipo.
- Ensayos de pesaje y ajuste del equipo.
- Equipo queda operativo.

#### 4. RECOMENDACIÓN:

- Mantener limpio el equipo.
- Realizar mantenimientos periodicos.

#### 5. TÉCNICO RESPONSABLE:

ANGEL JULCA MACHADO



JUAN C. GUERRA  
METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

METROLOGÍA Y TÉCNICAS S.A.C.  
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego – LIMA - PERÚ  
Telf. : (511) 540-0642 Cel. : (511) 971 439 272 / 971 439 282 RPM: \*849 272 / \*849 282  
Email: metrologia@metrologiatecnicas.com / ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 416 - 2017***Área de Metrología  
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	17594	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD CONTINENTAL S.A.C.	
3. Dirección	Av. San Carlos N° 1980 Urb. San Antonio, Huancayo - Huancayo - JUNIN.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	31000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	AND	
Modelo	GX-32K	
Número de Serie	14905255	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	JAPON	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE PAVIMENTOS Y SUELOS	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2017-09-07	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2017-09-11

  
JUAN C. QUISPE MORALES

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 416 - 2017***Área de Metrología  
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	17594	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD CONTINENTAL S.A.C.	
3. Dirección	Av. San Carlos N° 1980 Urb. San Antonio, Huancayo - Huancayo - JUNIN.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	31000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	AND	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	GX-32K	
Número de Serie	14905255	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	JAPON	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Ubicación	LABORATORIO DE PAVIMENTOS Y SUELOS	
5. Fecha de Calibración	2017-09-07	

Fecha de Emisión

2017-09-11

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JUAN C. QUISPE MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mc F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

RPM: \*849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 416 - 2017

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

#### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	15,1 °C	15,1 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (±g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,5	0,0	0,0	10	0,5	0,0	0,0	10
20	20	0,5	0,0	0,0	20	0,5	0,0	0,0	10
100	100	0,5	0,0	0,0	100	0,5	0,0	0,0	10
500	500	0,6	-0,1	-0,1	500	0,5	0,0	0,0	10
1 000	1 000	0,5	0,0	0,0	1 000	0,6	-0,1	-0,1	10
5 000	5 000	0,5	0,0	0,0	5 000	0,5	0,0	0,0	20
10 000	10 000	0,6	-0,1	-0,1	10 000	0,5	0,0	0,0	20
15 000	15 000	0,5	0,0	0,0	15 000	0,6	-0,1	-0,1	20
20 002	19 999	0,4	-2,9	-2,9	20 001	0,4	-0,9	-0,9	30
25 002	24 999	0,4	-2,9	-2,9	25 001	0,4	-0,9	-0,9	30
31 002	30 999	0,4	-2,9	-2,9	30 999	0,4	-2,9	-2,9	30

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E<sub>0</sub>: Error en cero.  
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(0,644 \text{ g}^2 + 0,00000000387 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0,0000668 \text{ R}$



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 416 - 2017

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

#### 11. Resultados de Medición

##### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

##### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000 g			Carga L2 = 30 002 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	14 999	0,4	-0,9	30 000	0,5	-2,0	
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
3	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-2,9	
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	-2,0	
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
8	15 000	0,5	0,0	29 999	0,4	-2,9	
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-2,0	
Diferencia Máxima			0,9	Diferencia Máxima			0,9
Error Máximo Permissible			± 20	Error Máximo Permissible			± 30

##### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10 g	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,5	0,0	0,0	
2		10	0,5	0,0		10 002	0,7	1,8	1,8	
3		10	0,5	0,0		9 998	0,4	-1,9	-1,9	
4		10	0,5	0,0		9 998	0,4	-1,9	-1,9	
5		10	0,5	0,0		10 002	0,7	1,8	1,8	
* Valor entre 0 y 10e								Error máximo permisible		± 20

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

RPM: \*849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 416 - 2017***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE PAVIMENTOS Y SUELOS  
Av. San Carlos N° 1980 Huancayo - Huancayo - JUNIN.

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,1 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL 150033005	PESAS (Clase de Exactitud: F1)	INACAL LM-C-535-2016
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-317-2016 / LM- 491-2016.	PESAS (Clase de Exactitud: M1)	METROIL M-0774-2016
PESAS (Clase de exactitud F2) DM-INACAL LM-414-2016.		
PESAS (Clase de exactitud E2) DM / INACAL LM-371-2016	PESA (Clase de Exactitud M1)	INACAL M-0307-2017
PESAS (Clase de exactitud M1) DM- INACAL LM-133-2016	PESAS (Clase de Exactitud M2)	TOTAL WEIGHT CM-0812-2016

**10. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



BALANZA ELECTRÓNICA GX-32K



## ACTA DE ACUERDOS

En Huancayo, 01 de octubre de 2017

### REUNIDOS

De una parte, Jorge Luis Nishihara Alcocer, con domicilio en Calle Guatemala 193 Dpto 201 Urb. Santa Patricia Etapa I, Distrito de La Molina, Provincia de Lima; identificado con DNI N° 70228652, y en su propio nombre y representación.

De una parte, Lucía Ivón Gimena Lara Dávila, con domicilio en Av. San Carlos 148, Distrito de Huancayo, Provincia de Huancayo, identificado con DNI N° 47250215, y en su propio nombre y representación.

De una parte, Gavi Jackeline Mallaupoma Franco, con domicilio en Pasaje La Salud N°153, distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo, identificado con DNI N°70850647, y en su propio nombre y representación.

Las cuales en adelante, podrán ser denominadas, individualmente, "La Parte" y conjuntamente, "Las Partes", reconociéndose mutuamente capacidad legal suficiente para contratar y obligarse en la representación que actúan y siendo responsables de la veracidad de sus manifestaciones.

### EXPONEN

- I. Que, actualmente, cada una de las partes se encuentran en un proceso de colaboración para la adquisición de materiales e insumos, con la finalidad de realización y/o desarrollo de diferentes investigaciones independientes, para los fines que cada parte considera de su interés.
- II. Que, debido a la naturaleza que representa y/o conlleva cada investigación que ostenta cada una de las partes, se hace necesario la adquisición de materiales que representarían un costo elevado de ser costeadas individualmente, por lo cual se realizan los siguientes acuerdos a fin de aunar esfuerzos para proseguir en adelante con las investigaciones respectivas de las partes y para lo cual se elabora la siguiente Acta de Acuerdos.

### ACUERDOS

- III. Que, por parte de Jorge Luis Nishihara Alcocer queda el compromiso de adquirir a su costo y proporcionar la cantidad de 7.00 m<sup>3</sup> de Concreto Premezclado de F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup>, T-1, c/aire y Pd#67; insumo principal y en cantidad necesaria que servirá para desarrollar cada una de las investigaciones que las partes ostentan.
- IV. Que, por parte de Lucía Ivón Gimena Lara Dávila y Gavi Jackeline Mallaupoma Franco queda el compromiso de adquirir la cantidad de 100 Kg fibras de Agave Americana L., las cuales deberán estar previamente limpia, libre de partículas y seca para realizar el posterior tratamiento que cada parte crea por conveniente para ejecutar su investigación.
- V. Asimismo, el resto de materiales e insumos que se requieran y que no se encuentren adscritos a la presente Acta de Acuerdo, será costeadado proporcional y equitativamente por cada una de las partes.

- VI. Que, en el marco que compete a cada una de las investigaciones, las partes acuerdan transmitir la información de caracterización y propiedades a los materiales comprometidos.
- VII. Finalmente, se establece que, con el propósito de garantizar la originalidad y veracidad de la información, las partes pueden usar la información de caracterización y propiedades de los materiales comprometidos para los fines individuales pertinentes, y con derecho a ser divulgadas en sus respectivas investigaciones, sin que esto conlleve a un conflicto de intereses por autoría y originalidad.

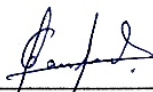
Para otorgar conformidad de los acuerdos, las partes firman a continuación.



Jorge Luis Nishihara Alcocer  
DNI N° 70228652



Lucía Ivón Gimena Lara Dávila  
DNI N° 47250215



Gavi Jackeline Mallaupoma Franco  
DNI N°70850647